


Vitam impendere Ver
Ex libris O. Borelli
LIT. ROLLA
ROMA

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXIII.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-TROISIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16, près la rue des Mathurins.

1826.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Théorie *nouvelle de la Nitrification.*

Par M. Longchamp.

(Lu à l'Académie des Sciences le 24 novembre 1823.) (1)

C'est Glauber qui a écrit le premier, je crois, sur la nitrification, et cet ancien chimiste nous a dit, il y a près de deux cents ans, que le salpêtre se formait par la décomposition des matières animales et végétales : les chimistes modernes le disent encore, du moins en ce qui concerne l'acide nitrique.

Cette opinion, qui semble consacrée par le temps ;

(1) L'Académie a chargé MM. Vauquelin, Chaptal, Gay-Lussac, Dulong et d'Arcet d'examiner ce Mémoire. M. Vauquelin a bien voulu se charger de faire le rapport ; mais ses occupations ne lui ayant pas encore permis de s'en occuper, j'ai sollicité de M. Gay-Lussac l'insertion de mon Mémoire dans ses *Annales*, afin de porter à la connaissance des chimistes une théorie qui demande à être discutée.

qui a traversé toutes les doctrines chimiques qui se sont succédées depuis Becher jusqu'à nos jours ; que les partisans du phlogistique, comme ceux de la chimie pneumatique, ont successivement proclamée et défendue ; qui se trouve encore fortifiée des écrits *ex-professo* que Stahl et Lavoisier (1), les chefs des deux écoles qui se sont succédées, ont publiés sur ce sujet, paraît devoir être à l'abri de toute objection ; et je ne sais si celui qui se propose d'attaquer une théorie reçue sans contradiction par tous les chimistes n'éprouvera pas l'effet ordinaire des préjugés, qui est de repousser tout ce qui est contraire aux idées dans lesquelles nous avons été nourris. Je ne me sens pas assez fort pour soutenir seul une pareille lutte, et je viens soumettre ma théorie à l'Académie, afin de recevoir d'elle, si elle l'approuve, un appui qui, dans l'opinion des savans, décidera la question.

SECTION PREMIÈRE.

Les nitrates se trouvent et se forment dans des matériaux ou dans des lieux qui ne contiennent ni matières végétales ni matières animales, et qui n'ont jamais été soumis aux émanations des animaux.

L'Académie des Sciences, d'après la demande du Gouvernement, proposa, en 1775, un concours sur

(1) *Dissertation sur le Nitre* ; par Stahl. 1698. — *Mémoire sur les Terres naturellement salpêtrées* ; par Clouet et Lavoisier. 1777.

les causes de la formation de l'acide nitrique et sur les moyens d'opérer cette formation dans les nitrières artificielles. Le nombre des concurrens fut considérable, et les commissaires de l'Académie eurent à examiner soixante-six Mémoires qui leur furent soumis (1). Sans doute il est peu de ces Mémoires qui ne soient entachés des fausses théories de cette époque, et qui ne présentent des idées absurdes et des faits évidemment faux; mais une critique éclairée peut en extraire des observations bien faites, et qui, étant discutées avec discernement, nous mettent sur la voie de la vérité. Je puiserai donc, dans les Mémoires du concours de 1775, une partie des faits qui justifient la théorie que je me suis faite depuis long-temps des causes de la formation de l'acide nitrique dans les matériaux salpêtrés.

Art. Ier. Les personnes qui se sont occupées de la fabrication du salpêtre savent très-bien que les terres extraites des caves fournissent des nitrates par la lixiviation, et que ces terres, replacées dans les mêmes

---

(1) L'Académie a publié un volume in-4° de ces Mémoires qui se divise en deux parties : la première, qu'elle appelle *historique*, renferme l'analyse qui en a été faite, ainsi que les réflexions des commissaires; la seconde contient le texte des Mémoires qui ont remporté le prix ou mérité des *accessit;* et comme chaque partie a sa pagination, on est forcé de désigner chacune d'elles d'une manière différente. Lorsque j'aurai à renvoyer à la première, je la désignerai par *H* du *P;* la seconde sera désignée par *M* du *P*. Ce volume forme le tome XI des *Mémoires des Savans étrangers*.

lieux, donnent encore, après huit à dix ans, de nouvelles quantités de salpêtre. Ce fait ne peut point être nié, mais on a cherché à l'atténuer par la réflexion suivante : « Ordinairement on ne dépouille pas complè-
» tement, par le lessivage, les matériaux salpêtrés de
» leurs sels; ces matériaux, exposés à l'air, s'y des-
» sèchent, et comme l'eau ne s'évapore qu'à leur sur-
» face, elle y dépose tout le nitre qu'elle tenait en
» dissolution. » (*Instruction sur la Fabrication du salpêtre*, page 25.) Cette objection serait d'un grand poids s'il était vrai qu'on ne retirât des matériaux replacés qu'une petite quantité de salpêtre; mais les personnes qui ne sont pas étrangères à l'art du salpêtrier savent très-bien que si une terre de cave a donné, par une première lixiviation, 100 parties d'acide nitrique saturées de différentes bases, toute la masse étant remise dans le même lieu, donnera encore, après huit à dix ans, des nitrates qui représenteront la même quantité d'acide. Ce n'est donc pas seulement le salpêtre que les matériaux avaient retenu que l'on obtient par un nouveau lessivage; mais encore, et pour la plus grande partie, celui qui s'est reformé en replaçant la terre dans les mêmes circonstances qui avaient amené une première nitrification. Enfin, ces matériaux déjà lessivés deux fois, étant de nouveau remis dans la même cave, donneront, après huit ou dix ans, la même quantité de salpêtre que celle qu'ils ont fournie dans chacun des deux premiers lessivages; et la nitrification se perpétue ainsi sans terme, pourvu que la terre replacée contienne une portion suffisante de la base qui sollicite ordinairement

la formation de l'acide nitrique, et absorbe cet acide à mesure qu'il se produit (1).

Art. II. Lavoisier (*M* du *P*, pag. 503 à 570) a pris en pleine carrière un très-grand nombre d'échantillons de craie à la Roche-Guyon et à Mousseaux, et tous ont donné, par le lessivage, une petite quantité de salpêtre mêlé à beaucoup de nitrate de chaux. Ces échantillons étaient souvent pris à plusieurs centaines de toises des habitations, et dans des parties de roc exposées à la pluie et à toutes les intempéries de l'air, et il a tiré cette conséquence des faits qu'il rapporte dans son Mémoire : « L'acide nitreux n'est pas préexistant dans les » craies de la Roche-Guyon, mais il s'y forme par » l'action de l'air (pag. 565). » Ce qui est à noter, c'est que ces craies, prises en pleine roche, étaient souvent plus salpêtrées que les meilleures terres de fouille. Ces résultats étaient fort embarrassans pour Lavoisier, qui pensait, comme tout le monde, qu'il n'y avait production d'acide nitrique qu'autant qu'il y avait en présence des matières animales ; il fallait donc nécessairement les faire intervenir, et voici comment il s'en tire : « Probablement, comme toutes les montagnes de ce can-

---

(1) Il a été bien constaté qu'une terre dans laquelle l'alumine domine n'est point susceptible de se nitrifier; si donc l'acide nitrique qui s'est formé dans les nitrifications précédentes a dépouillé la terre des carbonates calcaire et alcalins qu'elle contenait, et qu'il n'ait plus laissé qu'une argile compacte, celle-ci, replacée dans les circonstances les plus favorables, ne donnera point lieu à une formation d'acide nitrique.

» ton, qui sont évidemment formées de débris de corps
» marins, ces craies contiennent encore quelques par-
» ties de matières animales qui ne sont point entière-
» ment décomposées, et dont la putréfaction, s'achevant
» par l'action de l'air, donne lieu à une production de
» salpêtre (pag. 565). »

Mais après avoir fait l'examen des craies de la Roche-Guyon, Lavoisier parcourut la Touraine et toutes les provinces où se trouve le *tufeau*, pierre à bâtir si connue par sa facile nitrification. Il pénétra dans un grand nombre de carrières, et prit des échantillons qu'il lessiva ensuite; presque tous lui donnèrent du nitrate de chaux, et dans plusieurs l'acide nitrique s'y trouvait en plus grande quantité qu'il n'est dans les bonnes terres de fouille ou de nitrières artificielles (*M* du *P*, pag. 571 à 609). Cependant, à l'exception de quelques coquilles qu'il a rencontrées dans deux de ces carrières, il n'a pas trouvé vestige de débris d'animaux dans cette pierre qui est composée de sablon et de carbonate de chaux.

SECTION DEUXIÈME.

L'acide nitrique se forme en plein air, dans des matériaux qui ne contiennent aucun vestige de matières animales ou végétales.

Un concurrent (*H* du *P*, pag. 114) a pris de la terre des champs, qu'il a bien lessivée pour la débarrasser de toutes les parties salines; ensuite il l'a mise en tas et l'a arrosée avec de l'eau pure à mesure qu'elle se desséchait. Cette terre, étant lessivée au bout de six mois, a fourni du salpêtre.

Un autre concurrent (*H* du *P*, pag. 160) a fait une expérience encore plus soignée. Il a pris de la terre des champs, qui a été lessivée bien exactement, et ensuite il l'a fait essorer au soleil, puis il l'a divisée en deux portions : l'une a été mise sur des dalles de pierre placées dans une cave, isolées des murs de deux pieds et du sol de la même distance, au moyen de supports en fer; l'autre portion a été mise sur des dalles semblablement disposées sous une remise. Ces deux portions de terre étaient remuées de temps à autre, et entretenues à un degré suffisant d'humidité au moyen d'arrosages d'eau pure. Au bout d'un an, celle de la cave donnait, par le lessivage, un degré à l'aréomètre ; celle déposée sous la remise seulement un demi-degré. Cette différence tient probablement à ce que l'humidité était plus constamment la même dans la cave que sous la remise; mais quelle qu'en soit la cause, cette expérience judicieusement faite prouve que les terres se nitrifient à l'air sans qu'il soit nécessaire d'y faire concourir les matières animales.

Thouvenel, qui a produit de l'acide nitrique en mettant des craies avec des gaz qui provenaient de matières animales en putréfaction et mêlés d'air atmosphérique, obtenait encore cet acide lorsque les mêmes échantillons de craie n'étaient en contact qu'avec de l'air pur (*M* du *P*, pag. 124). Il est vrai que dans l'expérience qu'il rapporte les matériaux exposés à l'air atmosphérique chargé de gaz putrides lui ont donné quinze parties de nitrate de chaux, tandis que ceux qui étaient en contact avec de l'air atmosphérique pur ne lui ont donné que six parties de ce sel. Mais il s'agirait de

savoir si Thouvenel n'a pas un peu soumis les nombres à ses opinions, car il était un des grands partisans du concours des matières animales pour obtenir une production d'acide nitrique. Quoi qu'il en soit, il est donc certain, d'après les expériences même de Thouvenel, que l'acide nitrique peut se former en l'absence de toute matière animale ou végétale ; c'est au surplus ce qu'il dit lui-même : « Il est bien dé» montré, par nos expériences, que l'air atmosphé» rique a tout ce qu'il faut, *aussi bien que l'air émané* » *des corps putrescibles*, pour servir à la nitrification, » pourvu qu'il trouve des matières capables d'en ab» sorber les matériaux. » (*M* du *P*, pag. 89.)

Enfin le salpêtre se montre au milieu des champs dans toutes les parties de l'Inde, en Egypte, en Espagne, et dans beaucoup d'autres lieux où il n'y a pas le moindre vestige de matières animales (1).

SECTION TROISIÈME.

L'acide nitrique est formé exclusivement par les élémens de l'atmosphère.

J'ai prouvé, dans les deux sections précédentes, en rapportant des faits concluans et bien observés, qu'il se forme du salpêtre dans des lieux éloignés de toute

(1) On était si porté à attribuer la formation de l'acide nitrique à la présence des matières animales, qu'il y a des personnes qui ont prétendu que si le salpêtre se présentait sur différentes parties du sol de l'Inde, c'est que ces lieux étaient fréquentés par des chauves-souris (*H* du *P*).

habitation, dans des matériaux ne contenant pas de matières animales; je vais joindre le raisonnement aux faits, pour faire voir combien est peu fondé ce principe qu'on a cru pouvoir établir : « des matériaux propres » à la nitrification ne se salpêtrent *jamais* à l'air sans » le concours d'une matière animale » (pag. 16 de l'*Instruction sur la fabrication du salpêtre*).

On admet (*Instruction*, *etc.*, pag. 24) avec Thouvenel que les matières animales n'ont pas besoin d'être en contact avec les terres, mais que leurs émanations suffisent pour produire du salpêtre. Essayons donc toutes les suppositions possibles pour chercher comment l'acide nitrique pourrait se former dans cette circonstance.

Serait-ce par l'azote que les matières animales dégageraient pendant la putréfaction? Mais d'abord tous les chimistes savent que les produits de cette putréfaction sont de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, du gaz hydrogène carburé, et peut-être du gaz oxide de carbone et de l'eau, mais point d'azote; et quand même ce gaz serait produit, comment se combinerait-il avec la craie? On a des exemples de ces combinaisons extraordinaires des gaz dans l'état que l'on nomme *naissant*, mais ce n'est pas celui où l'azote se présente dans le cas que nous discutons, puisque le sang qui se putréfiait était à deux pieds de la craie que l'on prétend qu'il nitrifiait (1).

(1) Les commissaires de l'Académie, au nombre desquels se trouvait Lavoisier, ont pris de la craie, qu'ils ont soigneusement lessivée à l'eau bouillante pour en extraire tous les sels; ils ont mis cette craie lessivée dans des paniers à claire-

Serait-ce par une combinaison azotée que ces émanations porteraient avec elles ? Mais on sait que dans la putréfaction du sang, de l'urine, et autres matières semblables, tout l'azote sert à former de l'ammoniaque; en admettant même qu'une partie de l'azote échappât à l'hydrogène, et formât une combinaison inobservée jusqu'à ce jour, comment se ferait-il que cette matière ne soit nitrogène que lorsqu'elle rencontre de la craie ? car si elle se porte sur de la chaux, de la magnésie, de l'alumine, etc., etc., l'acide nitrique ne se forme plus, ou du moins il n'est produit qu'en quantité presque insensible, et seulement après un long laps de temps; enfin, si on lui présente de la potasse ou caustique ou carbonatée, il n'y a pas un atome de nitre de formé. (Thouvenel, *M* du *P*, pag. 119.)

Serait-ce par une réaction des émanations putrides sur l'air atmosphérique ? Mais outre que cette réaction ne serait pas facile à concevoir, et que d'ailleurs, dans ce cas, ce serait l'azote de l'air qui formerait l'acide nitrique, et non celui des matières animales, comme on le prétend, il y aurait encore cette objection à laquelle on ne peut donner aucune réponse : pourquoi la craie est-elle le seul corps qui sollicite cette réaction ?

Ainsi l'expérience a prouvé dans mille exemples qu'il y avait de l'acide nitrique produit dans des lieux où

---

voie qui étaient suspendus à deux pieds du sang en putréfaction. Au bout de quelques mois, la craie s'est trouvée contenir quatre à cinq onces de salpêtre par quintal (*H.* du *P*, page 126).

il n'y a ni matières animales en contact, ni émanations quelconques de ces matières; nous venons de voir encore qu'il est de toute impossibilité que l'azote des matières animales puisse concourir en rien à la formation de l'acide nitrique, on ne peut donc point admettre le principe qui a été posé en ces termes : « *Tout* l'azote » nécessaire à la formation de l'acide nitrique est fourni » par les substances animales. » (*Instruction, etc.*, pag. 16.)

Il est donc impossible que d'une matière animale qui est abandonnée seule à la putréfaction il se dégage une substance quelconque qui, par elle-même ou par son action, puisse produire de l'acide nitrique; mais en est-il encore de même lorsque les matières animales sont mélangées de terre? Il n'y a aucun fait chimique qui laisse soupçonner que de l'urine ou du sang donnent par leur putréfaction d'autres produits lorsqu'ils sont mélangés avec des terres, que lorsqu'ils se putréfient sans mélange; et si nous nous arrêtons à des considérations théoriques, nous verrons que dans l'un et l'autre cas ils doivent être les mêmes.

D'abord, les parties solides, telles que la fibrine du sang, la fibre de la chair musculaire, etc., etc., ne pourront pas former de l'acide nitrique; car nous venons de voir que les gaz ou les émanations qui pourraient se dégager pendant la putréfaction, ne concouraient ni directement, ni indirectement à la nitrification; si donc les matières animales y concouraient, leur effet ne pourrait s'exercer qu'au contact. Or, si vous mettez un morceau de chair musculaire dans un tas de terre, toutes les parties de sa surface seront bien tou-

chées ; mais que sera cette surface relativement à la masse ? On voit que ce rapport sera le même que celui qui existe entre la ligne et le plan qu'elle borne. Dira-t-on qu'à mesure que cette surface se décomposera, une nouvelle surface se présentera à la terre, et qu'ainsi successivement toute la masse du morceau se trouvera en contact avec cette terre ? D'abord il faudrait admettre que la décomposition ne se fera qu'à la surface du morceau, ce qui probablement n'est pas vrai ; mais ensuite si les surfaces de la chair se renouvellent sans cesse, les molécules de terre qui l'entourent sont toujours les mêmes, et une fois qu'elles seront nitrifiées, elles empêcheront le contact avec d'autres molécules ; en sorte que, dans la supposition la plus favorable, il n'y aura jamais de nitrifiées que les parties de terre qui seront au contact de la chair. Or, on voit combien la nitrification serait circonscrite, et l'on conçoit facilement que pour peu que le morceau soit un cube d'un pouce de côté, il n'y aurait pas la millième partie de la masse dont la décomposition tournerait au profit de la nitrification.

Si les parties solides ne peuvent pas produire de l'acide nitrique par leur putréfaction, les parties liquides des déjections ou autres matières donneront-elles des résultats plus satisfaisans ? Il est facile de voir que cette production sera toujours bornée ; car si, dans cette circonstance, il y a un des agens qui est liquide, l'autre est solide et ne se liquéfie jamais ; par conséquent l'action au contact se trouvera encore très-circonscrite ; et si l'on veut considérer qu'il n'y a que la chaux carbonatée qui se nitrifie, et qu'il n'est guère possible d'ad-

mettre qu'il existe plus d'un dixième de cette substance dans les terres que l'on emploie à la formation des nitrières, il s'ensuit qu'il n'y aurait pas la centième partie de l'urine employée qui se décomposerait au profit de la nitrification (1). Concluons donc forcément que *les matières animales, soit solides, soit liquides, ne concourent point par leur azote à la formation de l'acide nitrique* (2).

Je crois avoir prouvé par les faits et le raisonnement le principe que je viens de poser; il ne me reste plus qu'à établir comment l'air atmosphérique, sans le concours d'aucune matière végétale ou animale, peut former de l'acide nitrique.

Tout le monde est d'accord qu'il ne se forme de l'acide nitrique dans les lieux abrités que lorsqu'il y règne une certaine humidité, et que l'air circule dans toutes les parties; car, dans les lieux où l'air ne peut pas se renouveler, il n'y a point formation d'acide.

---

(1) Quoique l'urine et les autres matières semblables que l'on a employées à l'arrosage des nitrières ne servent pas directement à la formation de l'acide nitrique, il est possible qu'elles y concourent indirectement, en conservant l'humidité dans la masse plus long-temps que ne le ferait l'eau pure.

(2) Il ne s'agit ici que de la décomposition des matières animales qui s'opère dans les nitrières artificielles; il est possible que dans les travaux de laboratoire ces matières éprouvent des altérations telles qu'elles se convertissent spontanément en acide nitrique, ainsi que l'a observé une fois M. Thenard.

C'est ainsi que Lavoisier a vu, à la Roche-Guyon, que, dans des cavernes ou des trous qui étaient très-profonds et qui n'avaient qu'une issue, l'acide nitrique ne se trouvait pas dans les parties profondes, mais seulement dans celles qui étaient à l'entrée. Les mêmes observations ont été faites par ce savant célèbre dans les carrières de tufeau de la Touraine.

Puisqu'il se forme de l'acide nitrique dans des lieux qui ne renferment que des pierres poreuses ou des terres légères, les unes et les autres contenant de la craie, de l'humidité et de l'air qui se renouvelle sans cesse, voyons comment cet acide peut se former dans des circonstances aussi simples; mais, pour cela, il nous faut examiner quel peut être le rôle de chacun de ces agens.

Le tufeau, les terres meubles, la craie agissent principalement comme absorbans; cela est si vrai, que Chevrand a vu des craies compactes qui ne se nitrifiaient point; enfin on ne trouve jamais d'acide nitrique dans aucune carrière de marbre, et nous ne voyons aucun marbre, soit de ceux qui sont exposés aux injures de l'air, soit de ceux qui sont abrités, soit enfin de ceux qui sont dans l'intérieur de nos habitations, qui donne le moindre vestige d'acide nitrique; ainsi donc il faut attribuer la facile nitrification du tufeau et des craies principalement à leur porosité, puisque les marbres qui, comme ces dernières, ne sont que du carbonate de chaux, ne se nitrifient jamais. Cependant nous verrons que la base doit aussi jouer un rôle dans la nitrification.

Quel est le corps sur lequel la craie et le tufeau portent leur force absorbante? C'est sur l'eau. Mais ces

substances, mises en contact avec de l'eau, ne produisent point de l'acide nitrique lorsqu'on éloigne la présence de l'air; voyons actuellement comment l'air concourt à la formation de l'acide nitrique.

Il y concourt de deux manières, soit par celui que l'eau amène, soit par celui que les matériaux nitrifiables absorbent lorsqu'ils sont pourvus d'une humidité convenable.

Les chimistes savent depuis long-temps que toutes les eaux contiennent de l'air; mais ce qu'ils ont appris de MM. Gay-Lussac et de Humboldt (*Journ. de Phys.*, t. LX, pag. 129), et ce qui a été confirmé dans un travail plus récent de ce dernier physicien et de M. Provençal (*Mém. d'Arcueil*, t. II, p. 359), c'est que l'air de l'eau contient beaucoup plus d'oxigène que l'air atmosphérique. Le terme moyen de dix épreuves faites par MM. de Humboldt et Provençal sur de l'air retiré de l'eau, nous fait voir que l'oxigène en formait les $\frac{3105}{10000}$. Les recherches antérieures de MM. Gay-Lussac et de Humboldt nous font connaître un fait plus intéressant encore, c'est que si l'on soumet une eau aérée à l'action de la chaleur, et que l'on fractionne l'air recueilli, les premières fractions obtenues contiennent moins d'oxigène que les dernières. Ce résultat tient si essentiellement aux idées que je me suis faites sur les causes de la nitrification que je vais les rapporter ici :

Oxig. contenu dans 100 p. de la	1re	portion d'air obtenu,	24,0;
	2e	*id.*	26,8;
	3e	*id.*	29,6;
	4e	*id.*	33,0;
	5e	*id.*	34,8.

D'après M. Berzelius, le gaz oxide d'azote contient 36,07 d'oxigène, donc la dernière portion d'air obtenue dans les expériences de MM. Gay-Lussac et de Humboldt contenait presque autant d'oxigène que le gaz oxide d'azote en renferme; et l'on voit que l'eau exerce une action telle sur l'oxigène et l'azote qu'elle tend à combiner ces deux gaz d'une manière plus intime qu'ils ne le sont dans l'air atmosphérique. Mais si une force quelconque vient se joindre à celle de l'eau, n'est-il pas raisonnable de penser que l'action moléculaire des gaz acquière encore plus d'énergie, et qu'il résultera enfin de ces forces réunies une combinaison qui sera l'acide nitrique; soit que cet acide se forme en suivant toute la chaîne des composés connus et inconnus de l'azote et de l'oxigène, soit qu'il se forme par un seul acte de l'action de ces gaz? Or, le corps qui, dans la nitrification, seconde l'action de l'eau, c'est la chaux de la craie. Ainsi donc le tufeau, la craie, les matériaux nitrifiables, agiraient dans la nitrification et comme absorbans de l'eau et de l'air, et comme présentant une base qui sollicite la formation de l'acide nitrique, et l'eau agirait comme absorbant de l'oxigène et de l'azote, et commençant la combinaison de ces gaz.

Les courans d'air, que l'on sait être nécessaires à la nitrification, agissent de deux manières : d'abord en renouvelant l'air qui, étant trop appauvri d'oxigène, ne pourrait plus servir à la nitrification, et en second lieu, en desséchant dans les temps secs les matériaux nitrifiables, et en leur portant une humidité fortement chargée d'oxigène lorsque l'atmosphère est humide; mais il faut se rappeler que, pour éviter de trop nombreux ar-

rosages dans les nitrières artificielles, l'expérience a prouvé que le courant d'air ne devait pas être trop actif; enfin il faut qu'il soit tel qu'il renouvelle fréquemment l'air sans porter la surface du sol à une entière dessiccation.

Tous les cas de nitrification, soit dans les carrières; soit dans les souterrains, les caves ou selliers; soit sous les hangards ou dans des nitrières artificielles; soit dans les bergeries et écuries, s'expliquent bien simplement et d'une manière satisfaisante par la théorie que je propose : il ne nous reste plus qu'à voir si elle donne également une raison admissible de la formation du salpêtre dans l'Inde, en Espagne et autres lieux semblables. D'abord nous savons que tous les terrains qui présentent du salpêtre sont très-meubles; nous savons aussi que dans les pays chauds, et particulièrement dans l'Inde, les pluies y sont extraordinairement abondantes, quoique très-rares (1) : or, MM. Gay-Lussac et de Humboldt ont prouvé que l'eau de pluie contenait, comme l'eau de rivière, un air atmosphérique très-oxigéné, si je puis me servir de cette expression; enfin cette absorption de l'oxigène s'exerce à tous momens jusqu'à l'entière dessiccation du sol opérée par la sécheresse qui règne dans ces climats. Les terres de l'Inde sur lesquelles se présente le salpêtre sont donc,

---

(1) On sait que la quantité d'eau qui tombe à Calcutta dans l'année est quatre fois plus considérable que celle qui tombe à Paris, tandis que le nombre des jours pluvieux à la latitude du premier lieu n'est que de 78, et il est de 134 à celle de Paris.

suivant ma théorie, dans les circonstances les plus favorables à la formation de l'acide nitrique.

Il serait naturel qu'à la suite d'une théorie de la nitrification je donnasse mes idées sur l'établissement des nitrières artificielles ; mais ces détails fatigueraient l'attention de l'Académie, sans avoir une grande utilité. Si elle juge mon travail assez important pour nommer des commissaires qui soient chargés de l'examiner, et que par la suite il doive être publié, j'y joindrai une Note sur les nitrières artificielles, telles que je les avais conçues lorsque le ministère de la guerre faisant faire des recherches sur cet objet en 1819, je demandai à cette époque à être chargé de ce travail sous la direction immédiate du Directeur-général de l'artillerie et du génie au ministère de la guerre. Ma demande parut être accueillie par ce ministère, mais cependant elle resta sans effet par le résultat d'une opposition que je n'ai pas cherché à combattre.

Je ne terminerai pas ce Mémoire sans dire un mot de l'*Instruction sur la Fabrication du salpêtre* qui a été publiée, en 1820, par le *Comité consultatif des poudres*. J'ai souvent cité cette Instruction, et je me trouve toujours en opposition avec elle sur les causes de la nitrification ; cet écrit étant le plus récent de ceux publiés sur cette matière, et étant l'ouvrage d'un Comité qui s'occupe exclusivement de la fabrication du salpêtre et de la poudre, j'ai dû examiner avec soin ses opinions sur un sujet qui a été l'objet de mes méditations pendant plus de douze ans que j'ai fait partie de l'Administration des Poudres. Un des savans les plus célèbres de notre époque, un de ceux qui, par ses im-

portans travaux en physique et en chimie, a le plus contribué à l'avancement de la science et qui honore le plus notre pays, a dû, par sa position, concourir à la rédaction de l'Instruction publiée par le Comité consultatif des poudres. J'ose croire que, s'il avait soumis à la discussion de son propre jugement les faits qui concernent la nitrification, il aurait embrassé la théorie que je présente aujourd'hui; mais il est probablement resté sous l'influence des savans qui pensent généralement que la théorie adoptée par tous les chimistes, et sans restriction, est entièrement conforme aux faits. S'il est vrai que M. Gay-Lussac ait été dans l'erreur en adoptant, sur l'autorité de Lavoisier, de Berthollet, et de tant d'autres chimistes célèbres, une théorie qui ne serait pas fondée, ce serait un nouvel avertissement pour les personnes qui cultivent les sciences : elles apprendront à n'admettre aucune théorie, même celles qui paraissent les plus évidentes, sans une nouvelle discussion des faits, et les faits eux-mêmes ne seront admis qu'avec une grande réserve, quelle que soit l'autorité du nom qui les a proclamés. Cette manière de philosopher ne permet pas de faire de nombreux travaux, mais elle seule nous permet des résultats utiles.

Nota. Depuis la lecture de ce Mémoire à l'Académie, j'ai recueilli des autorités puissantes et des faits d'un grand poids à l'appui de mon opinion; je vais les indiquer ici, car je ne serai jamais trop fort pour combattre des idées auxquelles les chimistes d'aujourd'hui tiennent nécessairement par habitude.

J'ai fait voir, dans mon Mémoire, qu'en 1777 Lavoisier considérait les matières animales comme indispensables à la production de l'acide nitrique; il paraît que c'était encore son opinion en 1786, époque à laquelle on a imprimé le recueil que j'ai mentionné en note, page 7, puisque, lors de l'impression, il n'a accompagné son Mémoire de 1777 d'aucune observation. Mais on doit croire que postérieurement il a changé d'opinion, et qu'il ne considérait plus les matières animales comme indispensables à la formation de l'acide nitrique, s'il est vrai qu'il crût encore qu'elles pussent quelquefois y concourir, puisqu'il n'en fait aucune mention dans une circonstance où il les aurait rappelées, dans le cas où il n'eût pas adopté une opinion toute contraire.

Lavoisier est consulté, en 1789, par le comte Carburi, qui lui demande, 1°. « s'il existe quelque part » du nitre minéral, c'est-à-dire du nitre dans le sein » de la terre, *loin du concours de l'air atmosphérique* » *et des substances végétales et animales;* 2°. si l'on » doit croire que le nitre de Palo de Mofletta soit du » nitre minéral appartenant à une véritable minière de » nitre » (*Journ. de Phys.*, t. XXXVI, p. 62). Il répond en ces termes :

« Monsieur,

» Le nitre ou salpêtre est un sel qui se forme journellement sous nos yeux, mais avec le contact de » l'air; on n'en a jusqu'ici découvert aucun vestige » dans les endroits où l'air ne circule pas librement. Il

» n'existe donc pas et il ne peut exister de mine de sal-
» pêtre dans l'intérieur de la terre (1).

» Je n'ai aucun détail particulier sur la prétendue
» mine de salpêtre découverte dans la Pouille; mais ce
» dont je suis bien convaincu, c'est que là, comme par-
» tout, le salpêtre se trouve toujours à la surface des
» terres et des roches, ou du moins à une très-petite
» profondeur, et dans des lieux où l'air pénètre aisé-
» ment. » (Même vol., p. 65.)

A la demande s'il peut se former du salpêtre sans le concours de l'air atmosphérique, il répond : *On n'a pas découvert jusqu'ici aucun vestige de salpêtre dans des lieux où l'air ne circule pas................ Ce dont je suis bien convaincu, c'est que le salpêtre ne se trouve que dans des lieux où l'air pénètre aisément.* Ainsi il appuie avec instance sur une condition qu'il regarde comme indispensable. Le comte Carburi demandait encore s'il se formait du salpêtre *sans le concours des matières végétales et animales,* et Lavoisier ne répond rien sur cette seconde partie de la question, d'où l'on peut au moins inférer qu'il n'était pas porté à la résoudre affirmativement.

(1) Ce n'est ici qu'une lettre de quelques lignes. Si Lavoisier eût développé sa pensée, cette assertion ne paraîtrait pas si étrange; il voulait dire qu'il ne pensait pas qu'une masse de matériaux nitrifiables se fût convertie sur place en salpêtre, et je crois que tout le monde sera de son avis; mais cela n'exclut pas des mines de salpêtre qui auront une toute autre origine, et dont la formation et l'existence ne sont ni plus ni moins étonnantes que celles de sel gemme.

Tous les chimistes savent qu'au moment où la science a perdu Lavoisier, ce grand homme s'occupait à rassembler ses Mémoires, et qu'il voulait y réunir ceux qui concouraient au soutien de sa doctrine. C'est à ce titre qu'il a inséré dans son deuxième volume (page 211), un Mémoire de M. Seguin ayant pour titre : *Formation de l'acide nitrique par la combinaison directe du gaz azote et de l'oxigène,* et qui se termine par ces lignes :

« Dans tous les résultats que je viens de rapporter, » la combinaison directe du gaz azote et de l'oxigène est » favorisée par une double affinité, et de plus par » l'action de l'étincelle électrique. Mais je démontrerai » dans un autre moment que le gaz azote et l'oxigène » mêlés ensemble dans des proportions convenables, sur » de la potasse caustique, s'y combinent au bout de » bien du temps, et forment du nitrate de potasse sans » le concours de l'étincelle électrique. J'ai, à cet égard, » des expériences commencées depuis plus de vingt-» deux mois ; je les continue, et je les suivrai jusqu'à » ce que l'absorption soit presque complète. » (P. 215.)

Lavoisier pensait donc en 1792 que les matières végétales et animales n'étaient nullement nécessaires pour la formation de l'acide nitrique, puisqu'il imprime le Mémoire de M. Seguin pour affermir sa doctrine, et qu'il n'accompagne un passage aussi clair et aussi précis d'aucune note.

Je rappellerai ici que Lavoisier était administrateur des Poudres, et que par état il s'est occupé de tout ce qui a rapport à la formation du salpêtre depuis 1775 jusqu'en 1792 ; qu'il était membre et secrétaire de la Commission de l'Académie des Sciences pour le prix sur

la nitrification, et qu'enfin il est au su des personnes qui ont vécu avec lui, qu'il a fait des centaines d'expériences sur des mélanges avec les matières animales et végétales, soit pour constater les faits avancés par les concurrens, soit pour tenter par lui-même des recherches dans le même but.

Après avoir communiqué mon Mémoire à l'Académie, je m'empressai d'en faire part à Proust, qui, ayant séjourné plus de vingt ans en Espagne, pouvait, mieux que tout autre, rectifier mes idées sur la formation du salpêtre dans ce pays, ou confirmer mon opinion s'il la partageait. Je vais rapporter ici des passages que j'extrais de la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser d'Angers le 27 décembre 1823.

« Eh mon Dieu! Monsieur, que n'alliez-vous en » Espagne avec nos armées, vous eussiez vu la confir- » mation de vos idées à Madrid, à Sarragosse, à l'Al- » cazar de San-Juan, à Tremblaque, et par toutes les » provinces où l'on fait du salpêtre. »

Des personnes m'avaient objecté que l'on fumait les champs sur lesquels on récolte le salpêtre, je priai Proust de me dire ce qu'il en est : « Non, Mon- » sieur, me répond-il, on ne fume point de terre en » Espagne. A Madrid, par exemple, le fumier des » écuries sert à cuire le pain, faute de bois.

» Des effluves animales, des débris de végétaux? pas » plus; et si quelqu'un a essayé un champ fumé à côté » d'un champ non fumé, cela n'a pu entrer que dans » l'idée d'une personne qui aura lu nos livres; mais à » coup sûr on n'a ni pratiqué ni essayé rien de sem- » blable pour le Gouvernement.

» Des effluves, de la potasse, des bases! et pour-
» quoi faire, sous un ciel où l'atmosphère fait tous les
» frais de l'acide et de la base?

» Mais, allez à Sarragosse, vous y verrez avec le plus
» grand étonnement que toutes les maisons s'y sal-
» pêtrent par la base; et jusqu'aux pierres qui bordent
» le canal d'Aragon, que vous trouverez entièrement
» couvertes de nitre. »

Proust est certainement un des meilleurs observateurs que les fastes de la chimie nous ont encore présentés, et c'est avec une sorte d'orgueil que je vois que mes idées sont conformes aux siennes.

Enfin les lecteurs des *Annales* n'auront pas oublié que M. John Davy s'est arrêté à Ceylan, dont il a visité les cavernes qui sont de véritables nitrières naturelles; et il a été amené aux réflexions suivantes: «D'après
» l'examen des cavernes que j'ai visitées, comme aussi
» d'après les échantillons qui m'ont été remis, prove-
» nant d'autres cavernes que je n'ai point vues, je
» crois qu'elles sont toutes semblables, et que les roches
» dans lesquelles elles sont creusées contiennent tou-
» jours au moins du carbonate de chaux et du feld-
» spath. La décomposition de celui-ci fournit la base
» du sel, et le carbonate, en exerçant sur l'oxigène et
» l'azote de l'atmosphère une action particulière, mais
» dont jusqu'ici on n'a pas du tout compris la nature,
» donne naissance à l'acide. »

L'on voit que M. John Davy entre entièrement dans mes idées; mais il s'est arrêté à l'observation du fait sans expliquer le phénomène, c'est-à-dire sans reconnaître l'influence de la porosité des matériaux qui se

nitrifient, et le rôle que l'humidité joue dans l'acte de la nitrification. Je ferai remarquer que l'extrait du Mémoire de M. John Davy est inséré dans le tome xxv des *Annales de Chimie et de Physique*, Cahier de février, qui a paru à la fin de mai, par conséquent six mois après la communication de mon Mémoire à l'Académie. Je dois dire encore qu'il y avait alors plus de dix ans que j'avais adopté la théorie que je présentais, et que je l'avais déjà communiquée à plusieurs personnes. Je puis, à cet égard, invoquer le témoignage de M. Chapelain, mon ancien collègue dans l'Administration des Poudres, à qui je l'ai développée en 1816, époque à laquelle il habitait la Poudrerie de Vonges, près Dijon, qui était le lieu de ma résidence.

De *la Température des différentes parties de la zone torride au niveau des mers.*

Par Mr A. de Humboldt.

On s'est habitué depuis long-temps à confondre sous la dénomination de *zone torride* la région comprise entre l'équateur et les tropiques, et à attribuer à toutes les parties de cette vaste région une égalité de température qui ne résulte aucunement de l'examen des observations météorologiques. Pour rectifier les idées, je commencerai par la partie la plus boréale de la zone torride.

Le *climat de la Havane* est celui qui correspond à la limite extrême de la zone torride; c'est un climat

tropical dans lequel une distribution plus inégale de la chaleur entre les différentes parties de l'année annonce le passage aux climats de la zone tempérée. Calcutta (lat. 22° 34′ N.), Canton (lat. 23° 8′ N.), Macao (lat. 22° 12′ N.), la Havane (lat. 23° 9′ N.), et Rio Janeiro (lat. 22° 54′ S.), sont des endroits auxquels leur position, au niveau de l'Océan et près des tropiques du cancer et du capricorne, par conséquent à égale distance de l'équateur, donne une grande importance pour l'étude de la météorologie. Cette étude ne peut avancer que par la détermination de certains *élémens numériques* qui sont la base indispensable des lois que l'on cherche à découvrir. Comme l'aspect de la végétation est identique vers les bords de la zone torride et sous l'équateur, on s'accoutume à confondre vaguement les climats des deux zones comprises entre 0° et 10°, et entre 15° et 23° de latitude. La région des palmiers, des bananes et des graminées arborescentes s'étend même bien au-delà des deux tropiques; mais il serait dangereux (comme on l'a fait récemment lors de la mort du docteur Oudney, en discutant l'élévation du sol à laquelle la glace a pu se former dans le royaume de Bornou), d'appliquer ce que l'on a observé à l'extrémité de la zone tropicale, à ce qui peut avoir lieu dans les plaines voisines de l'équateur. C'est pour rectifier ces erreurs qu'il est important de bien faire connaître les températures moyennes de l'année et des mois, comme les oscillations thermométriques en différentes saisons, sous le parallèle de la Havane, et de prouver par une comparaison exacte avec d'autres points également éloignés de l'équateur, par exemple, avec Rio Janeiro et

Macao, que les grands abaissemens de température observés à l'île de Cuba sont dus à l'irruption et au déversement des couches d'air froid qui se portent des zones tempérées vers les tropiques du cancer et du capricorne. La température moyenne de la Havane est, d'après quatre années de bonnes observations, 25°,7 (20°,6 R.), seulement de 2° cent. inférieure à celle des régions de l'Amérique les plus rapprochées de l'équateur (1). La proximité de la mer élève sur les côtes la température moyenne de l'année; mais dans l'intérieur de l'île, là où les vents du nord pénètrent avec la même force et où le sol s'élève à la petite hauteur de 40 toises (2), la température moyenne n'atteint que 23° (18°,4 R.) et ne surpasse pas celles du Caire et de toute la Basse-Egypte. Les différences entre la température moyenne du mois le plus chaud et le mois le plus froid s'élèvent, dans l'intérieur de l'île, à 12°; à la Havane, sur les côtes, à 8°; à Cumana, à peine à 3°. Les mois les plus chauds, juillet et août, atteignent, à l'île de Cuba, 28°,8, peut-être même 29°,5 de température moyenne, comme sous l'équateur. Les mois les plus froids sont décembre et janvier : leur température moyenne est, dans l'intérieur de l'île, 17°; à

(1) Temp. moy. de Cumana (lat. 10° 27′) 27°,7 cent. On assure que même, dans les Petites-Antilles, par 13° et 16° de latitude, on trouve pour la Guadeloupe 27°,5; pour la Martinique, 27°,2; pour la Barbade, 26°,3.

(2) A peine 6 toises de plus que la hauteur de Paris (premier étage de l'Observatoire royal) au-dessus du niveau de la mer.

la Havane, 21°, c'est-à-dire 5° à 8° au-dessous des mêmes mois, sous l'équateur, mais encore 3° au-dessus du mois le plus chaud à Paris. Quant aux températures extrêmes (1) qu'atteint le thermomètre centigrade, à l'ombre, on observe, vers la limite de la zone torride, ce qui caractérise les régions les plus rapprochées de l'équateur (entre 0° et 10° de lat. bor. et austr.); le thermomètre qui a été vu à Paris, à 38°,4 (30°,7 R.), ne monte, à Cumana, qu'à 33°; à la Vera-Cruz, il n'a été, en treize ans, qu'une seule fois à 32° (25°,6 R.); à la Havane, M. Ferrer ne l'a vu osciller, en trois ans (1810-1812), qu'entre 16° et 30°. M. Robredo, dans les Notes manuscrites que je possède, cite comme une chose remarquable que la température, en 1801, s'est élevée à 34°,4 (27°,5 R.), tandis qu'à Paris, d'après les recherches curieuses de M. Arago, les extrêmes de température entre 36°,7 et 38° (29°,4 et 30°,7 R.) ont été atteints quatre fois en dix ans (de 1793 à 1803). Le grand rapprochement des deux époques où le soleil passe par le zénit des lieux situés vers l'extrémité de la zone torride rend souvent très-intenses les chaleurs du littoral de Cuba et de tous les endroits compris entre les parallèles de 20° et 23° $\frac{1}{2}$, moins pour des mois entiers, que pour un groupe de quelques jours. Année commune, le thermomètre ne monte pas, en

(1) M. Lachenaie assure avoir vu monter en 1800 le thermomètre centésimal, à l'ombre (à Sainte-Rose, dans l'île de la Guadeloupe), à 39° 3'; mais on ignore si son instrument était exact et libre des effets du rayonnement. A la Martinique, les extrêmes sont 20° et 35°.

août, au-delà de 28° à 30° : j'ai vu qu'on se plaignait d'une excessive chaleur lorsqu'il s'élevait à 31° (24°,8 R.). L'abaissement de la température hivernale à 10° ou 12° est déjà assez rare ; mais lorsque le vent du nord souffle pendant plusieurs semaines et qu'il amène l'air froid du Canada, on voit quelquefois, dans l'intérieur de l'île, dans la plaine et à très-peu de distance de la Havane, se former de la glace pendant la nuit (1). D'après les observations de MM. Wells et Wilson, on peut admettre que le rayonnement du calorique produit cet effet lorsque le thermomètre se soutient encore à 5° et même à 9° au-dessus du point de la congélation ; mais M. Robredo m'a assuré avoir vu le thermomètre à zéro même. Cette formation d'une glace épaisse presqu'au niveau de la mer, dans un lieu qui appartient à la zone torride, frappe d'autant plus le physicien, qu'à Caracas (lat. 10° 31′) et à 477 toises de hauteur l'atmosphère ne se refroidit pas au-dessous de 11° ; et que, plus près de l'équateur, il faut monter à 1400 toises de hauteur pour voir se former de la glace (2). Il y a plus encore : entre la Havane et Saint-Domingue, entre le Batabano et la Jamaïque, il n'y a qu'une différence de 4° ou 5° de latitude ; et à Saint-Domingue, à la Jamaïque, à la Martinique et à la Guadeloupe, les *mi-*

---

(1) Ce froid accidentel avait déjà frappé les premiers voyageurs. « *En Cuba*, dit Gomara, *algo se siente el frio.* » (*Hist. de l'Ind.*, fol. XXVII.)

(2) On n'en voit pas même encore à Quito (1490 t.), situé dans une vallée étroite, où un ciel souvent brumeux diminue la force du rayonnement.

nima de température dans les plaines (1) sont de 18°,5 à 20°,5.

Il sera intéressant de comparer le climat de la Havane avec celui de Macao et de Rio Janeiro, deux endroits dont l'un est également placé près des bords de la zone torride *boréale*, mais sur la côte *orientale* de l'Asie, et l'autre sur une côte *orientale* d'Amérique, vers l'extrémité de la zone torride *australe*. Les températures moyennes de Rio Janeiro sont déduites de 3500 observations faites par M. Benito Sanchez Dorta; celles de Macao, de 1200 observations, que M. l'abbé Richenet a bien voulu me communiquer.

	Havane. lat. 23° 9′ N.	Macao. lat. 22° 12′ N.	Rio-Janeiro. lat. 22° 54′ S.
Temp. moy. de l'année...	25°,7	23°,3	23°,5
— du mois le plus chaud (2)	28 ,8	28 ,4	27 ,2
— du mois le plus froid.	21 ,1	16 ,6	20 ,0.

(1) L'observation de 18°,5 est de M. Hapel-Lachenaie. M. Le Dru assure aussi n'avoir vu le thermomètre descendre à Porto-Ricco qu'à 18°,7; mais il croit qu'il tombe de la neige sur les montagnes de Loquillo, dans la même île.

(2) Don Ramon de la Sagra, professeur d'histoire naturelle, a publié une seule année (1825) d'observations météorologiques faites au Jardin botanique de la Havane. Il trouve pour la moyenne annuelle 24°,9; pour le mois le plus chaud 28°,5; pour le mois le plus froid 21°,4. Ces résultats offrent une harmonie très-remarquable avec ceux tirés de trois années d'observations (1810-1812) publiées par M. Ferrer.

Le climat de la Havane, malgré la fréquence des vents du nord et du nord-ouest, est plus chaud que celui de Macao et de Rio Janeiro. Le premier de ces deux endroits ne participe au froid qu'à cause de la fréquence des vents ouest qu'on éprouve en hiver sur toutes les côtes orientales d'un grand continent. La proximité des terres d'une extrême largeur, couvertes de montagnes et de plateaux, rend la distribution de la chaleur, entre les différens mois de l'année, plus inégale à Macao et à Canton que dans une île côtoyée vers l'ouest et vers le nord des eaux chaudes du *Gulf-stream*. Aussi, à Canton et à Macao les hivers sont beaucoup plus froids qu'à la Havane. Les températures moyennes de décembre, janvier, février et mars ont été, à Canton, en 1801, entre 15° et 17°,3 cent.; à Macao, entre 16°,6 et 20°, lorsqu'à la Havane elles sont généralement entre 21° et 24°,3 : cependant la latitude de Macao est de 1° plus australe que celle de la Havane; et cette dernière ville et Canton sont, à une minute près, sur le même parallèle. Or, quoique les lignes isothermes ou d'égale chaleur aient un sommet *concave* vers le pôle dans le *système des climats de l'Asie orientale*, comme dans le *système des climats de l'Amérique orientale*, le refroidissement, sur le même parallèle géographique, est pourtant plus considérable encore du côté de l'Asie (1). Pendant neuf ans (1806—1814), l'abbé Richenet, qui

(1) Telle est la différence du *climat* des côtes orientales et occidentales de l'Ancien-Continent, qu'à Canton (lat. 23° 8′), la température moyenne de l'année est 22°,9, lorsqu'à Sainte-Croix de Ténériffe (lat. 28° 28′) elle est, d'après MM. de

se servait de l'excellent thermomètre à *maxima* et à *minima* de Six, a vu descendre cet instrument jusqu'à 3°,3 et 5° (38° et 41° Fahr.). A Canton, le thermomètre atteint presque quelquefois le point zéro; et, par l'effet du rayonnement, on y trouve de la glace sur les terrasses des maisons. Quoique ce grand froid ne dure jamais plus d'un seul jour, les négocians anglais qui résident à Canton aiment à faire du feu de cheminée, de novembre à janvier; tandis qu'à la Havane on ne sent pas même la nécessité de se chauffer au *brazero*. La grêle est fréquente et extrêmement grosse sous les climats asiatiques de Canton et de Macao, tandis qu'on l'observe à peine tous les quinze ans à la Havane. Dans les trois endroits, le thermomètre se soutient quelquefois pour plusieurs heures entre 0° et 4° cent., et cependant (ce qui me paraît bien remarquable) on n'y a jamais vu tomber de la neige; et, malgré les grands abaissemens de la température, le bananier et les palmiers offrent, autour de Canton, de Macao et de la Havane, une végétation tout aussi belle que dans les plaines les plus rapprochées de l'équateur.

Il est heureux pour l'étude approfondie de la météorologie que, dans l'état actuel de la civilisation, on puisse déjà réunir tant d'élémens numériques sur le climat des lieux qui sont placés presque immédiatement sous les deux tropiques. Cinq des plus grandes villes du monde commerçant, Canton, Macao, Calcutta, la Havane

---

Buch et Escolar, de 23°,8. Canton, situé sur une côte orientale, participe du *climat continental*; Ténériffe est une île rapprochée des côtes occidentales de l'Afrique.

et Rio Janeiro, se trouvent dans cette position. De plus, dans l'hémisphère boréal, Mascate, Syène, Nuevo Santander, Durango et les plus septentrionales des îles Sandwich; dans l'hémisphère austral, Bourbon, Ile-de-France et le port de Cobija, entre Copiapo et Arica, sont des lieux fréquentés par les Européens, et offrent aux physiciens les mêmes avantages de position que Rio Janeiro et la Havane. La climatologie avance lentement, parce que l'on accumule au hasard des résultats obtenus dans des points du globe où commence à se développer la civilisation humaine. Ces points forment de petits groupes séparés les uns des autres par d'immenses espaces de *terres inconnues* aux météorologistes. Pour reconnaître les lois de la nature dans la distribution de la chaleur sur le globe, il faut donner aux observations une direction conforme aux besoins d'une science naissante, et savoir quelles données numériques sont les plus importantes. Nuevo-Santander, sur les côtes orientales du golfe du Mexique, a probablement une température moyenne inférieure à celle de l'île de Cuba. L'atmosphère doit y participer au froid hivernal d'un grand continent qui s'élargit vers le nord-ouest. Au contraire, si nous quittons le *système des climats de l'Amérique orientale*, si nous franchissons le bassin ou plutôt la vallée submergée de l'Atlantique pour fixer nos regards sur les côtes d'Afrique, nous trouvons, dans le *système des climats cisatlantiques*, sur le littoral *occidental* de l'ancien continent, des lignes isothermes relevées, convexes vers le pôle. Le tropique du Cancer y passe entre le cap Bojador et le cap Blanc, près Rio do Ouro, sur les bords inhospitaliers du désert

de Sahara, et la température moyenne de ces lieux doit être bien au-dessus de celle de la Havane, pour la double raison de leur position sur une *côte occidentale*, et par la proximité du désert qui rayonne la chaleur et répand des molécules de sable dans l'atmosphère.

La connaissance exacte du climat de la Havane et de Rio Janeiro, situés sous les tropiques du Cancer et du Capricorne, complète les notions que nous avons acquises sur les températures moyennes des différentes parties de la région équinoxiale. Cette région offre sans doute le *maximum* de chaleur moyenne annuelle sous l'équateur même; mais la chaleur décroît presqu'insensiblement depuis l'équateur jusqu'à 10° de latitude; elle décroît avec plus de rapidité du parallèle de 15° à celui de 23°. Ce qui frappe le voyageur en allant de l'équateur vers les tropiques, est moins le décroissement de la température moyenne annuelle, que l'inégale distribution de la chaleur entre les différentes parties de l'année. On ne saurait douter que les élémens numériques de la Climatologie tropicale ne soient encore loin d'être déterminés avec une égale précision: on doit travailler constamment à les perfectionner; mais déjà, dans l'état actuel de la science, on peut assigner à ces élémens de certaines limites d'erreur qu'il n'est pas probable de voir dépasser par de nouvelles observations. Nous avons déjà reconnu que les températures moyennes de la Havane, de Macao et de Rio Janeiro, trois endroits situés au niveau de la mer, à l'extrémité de la zone équatoriale, dans les deux hémisphères, sont 25°,7; 23°,3; 23°,5 cent., et que ces différences proviennent de la répartition inégale des

terres et des mers voisines. Quel est le degré de température qu'on doit admettre pour l'équateur ? Cette question a été agitée récemment dans un Mémoire que M. Atkinson a publié dans le second volume des *Memoirs of the Astronomical Society of London* (p. 137-183), et qui renferme des considérations très-judicieuses sur plusieurs points importans de la Météorologie. Le savant auteur tâche de déduire de mes propres observations, en employant les artifices du calcul le plus rigoureux, que la température moyenne de l'équateur est, pour le moins, de 29°,2 du thermomètre centigrade (84°,5 F.), et non de 27°,5 (81°,5 F.), comme je l'ai supposé dans mon *Essai sur les Lignes isothermes*. Kirwan s'était arrêté à 28°,8 ; M. Brewster, dans ses formules climatériques, à 28°,2. (*Edimb. Journ. of Science*, 1826, n° 7, p. 180.)

S'il était question, dans cette discussion, de la température moyenne d'une bande équatoriale entourant le globe entier et limitée par les parallèles de 3° N. et 3° S., il faudrait examiner avant tout la température de l'Océan équatorial ; car il n'y a que $\frac{1}{6}$ de la circonférence du globe qui, dans cette bande, appartient à la terre-ferme. Or, la température moyenne de l'Océan, entre les limites que nous venons d'énoncer, oscille en général entre 26°,8 et 28°. Je dis en général, car on trouve quelquefois entre ces mêmes limites des *maxima* restreints à des zones qui ont à peine la largeur d'un degré, et dont la température s'élève, par différentes longitudes, de 28°,7 à 29°,3. J'ai observé cette dernière température, qu'on peut regarder comme extrêmement élevée dans l'Océan-Pacifique, à l'est des îles Galapagos, et

récemment M. le baron Dirckinck de Holmfeldt, officier très-instruit de la marine danoise, qui, à ma prière, a fait un grand nombre d'observations thermométriques, a trouvé (lat. 2° 5′ N.; long. 81° 54′ O.), presque sur le parallèle de la Punta Guascama, la surface de l'eau à 30°,6. Ces *maxima* n'appartiennent pas à l'équateur même; on les observe tantôt au nord, tantôt au sud de l'équateur, souvent entre les $2°\frac{1}{2}$ et 6° de latitude. Le grand cercle qui passe par les points où les eaux de la mer sont les plus chaudes, coupe l'équateur sous un angle qui semble varier avec la déclinaison du soleil. Dans l'Océan-Atlantique, on est même venu plusieurs fois de la zone tempérée boréale à la zone tempérée australe, sans avoir vu monter, *dans la bande des eaux les plus chaudes*, le thermomètre centigrade au-dessus de 28°. Les *maxima* y ont été pour Perrins, 28°,2; pour Churruca, 28°,7; pour Quevedo, 28°,6; pour Rodman, 28°,8; pour John Davy, 28°,1. L'air qui repose sur ces eaux équatoriales est de 1° à $1°\frac{1}{2}$ plus froid que l'Océan. Il résulte de ces faits que, sur les $\frac{5}{6}$ de la circonférence du globe, la bande équatoriale pélagique, loin d'offrir une température moyenne de 29°,2 (84°,5 F.), n'a probablement pas même 28°,5. M. Atkinson lui-même convient (p. 171) que le mélange de parties océaniques et continentales tend à diminuer la température moyenne de l'équateur. Mais en se bornant aux seules plaines continentales de l'Amérique méridionale, ce savant adopte pour la zone équatoriale (de 1° N. à 1° S.), d'après différentes suppositions théoriques, 29°,2 ou 31°. Il fonde cette conclusion sur le fait que, déjà, par 10° 27′ de latitude, à Cumana, la température moyenne est

27°,6, et que, d'après la loi de l'accroissement de la chaleur du pôle à l'équateur (accroissement qui dépend du carré du cosinus de la latitude), la température moyenne de l'équateur doit être pour le moins au-dessus de 29°,2. M. Atkinson trouve la confirmation de ce résultat, en réduisant au niveau des mers équatoriales plusieurs des températures que j'ai observées sur la pente des Cordillères jusqu'à 500 toises de hauteur. Tout en employant les corrections qu'il croit dues à la latitude et à la diminution progressive de la chaleur dans un plan vertical, il ne se dissimule pas combien la position des lieux sur de vastes plateaux ou dans des vallées étroites, rend incertaine une partie de ces corrections. (*Mem. of the Astr. Soc.*, tom. II, p. 149, 158, 171, 172, 182, 183.)

Lorsqu'on étudie le problème de la distribution de la chaleur à la surface du globe dans toute sa généralité, et qu'on le débarrasse des considérations accessoires de localités (par exemple des effets de la configuration, de la couleur et de la nature géognostique du sol, de ceux de la prédominance de certains vents, de la proximité des mers, de la fréquence des nuages et des brouillards, du rayonnement nocturne vers un ciel plus ou moins serein, etc.), on trouve que la température moyenne d'une station dépend des différentes manières dont se manifeste l'influence de la hauteur méridienne du soleil. Cette hauteur détermine à la fois: la durée des arcs semi-diurnes; la longueur et la diaphanéité de la portion d'atmosphère que les rayons traversent avant d'atteindre l'horizon; la quantité de rayons absorbés ou échauffans (quantité qui augmente

rapidement quand l'angle d'incidence compté du niveau de la surface, s'accroît); enfin le nombre de rayons solaires qu'un horizon donné embrasse. La loi de Mayer, avec toutes les modifications qu'on y a introduites depuis trente ans, est une loi empirique qui représente la généralité des phénomènes par approximation et souvent d'une manière satisfaisante, mais que l'on ne saurait employer à combattre le témoignage des observations directes. Si la surface du globe, depuis l'équateur jusqu'au parallèle de Cumana, était un désert comme le Sahara, ou une savane uniformément couverte de graminées comme les Lianos de Calabozo et de l'Apure, il y aurait indubitablement un accroissement de la température moyenne depuis les 10° $\frac{1}{2}$ de latitude jusqu'à l'équateur; mais il est très-probable que cet accroissement n'atteindrait pas $\frac{5}{4}$ de degré du thermomètre centésimal. M. Arago, dont les importantes et ingénieuses recherches s'étendent sur toutes les branches de la météorologie, a reconnu, par des expériences directes, que depuis l'incidence perpendiculaire jusqu'à 20° de distance zénitale, la quantité de lumière réfléchie est à-peu-près la même. Il a trouvé aussi que l'effet photométrique de la lumière solaire varie extrêmement peu, à Paris, au mois d'août, de midi à trois heures du soir, malgré les changemens dans la longueur du chemin que parcourent les rayons en traversant l'atmosphère.

Si j'ai fixé la température moyenne équatoriale en nombres ronds, à 27° $\frac{1}{2}$, c'était pour attribuer à la zone équatoriale proprement dite (de 3° N. à 3° S.) la température moyenne de Cumana (27°,7). Cette ville, en-

vironnée de sables arides, placée sous un ciel toujours serein, et dont les vapeurs légères ne se résolvent presque jamais en pluie, offre un climat plus ardent que tous les lieux qui l'environnent et qui sont également placés au niveau de la mer. En avançant dans l'Amérique du sud vers l'équateur, par l'Orénoque et le Rio Negro, la chaleur diminue, non à cause de l'élévation du sol qui, depuis le fortin de San Carlos, est très-peu considérable, mais à cause des forêts, de la fréquence des pluies et du manque de diaphanéité de l'atmosphère. Il est à regretter que les voyageurs, même les plus laborieux, soient si peu en état d'avancer les progrès de la météorologie, en augmentant nos connaissances sur les températures moyennes. Ils ne séjournent pas assez de temps dans les pays dont on voudrait connaître le climat; ils ne peuvent recueillir pour la moyenne annuelle que les observations que d'autres ont faites, et le plus souvent à des heures et à l'aide d'instrumens qui sont loin de donner des résultats exacts. A cause de la constance des phénomènes atmosphériques sous la zone la plus rapprochée de l'équateur, un court espace de temps suffit sans doute pour donner approximativement les températures moyennes à différentes hauteurs au-dessus du niveau de l'Océan. Je me suis partout livré à ce genre de recherches; mais le seul résultat bien précis que j'aie pu rapporter, et qui est tiré d'observations faites deux fois par jour, est celui de Cumana. (Comparez sur le degré de confiance que méritent les températures moyennes, *Rel. hist.*, tom. I, pag. 411, 547, 631—637, 584; tom. II, pag. 73, 418, 463; tom. III, p. 314—320, 371—382.) Les

véritables élémens numériques de la climatologie ne peuvent être fixés que par des personnes instruites qui sont établies, pour un grand nombre d'années, dans les différens lieux de la terre ; et, sous ce rapport, la génération intellectuelle qui se prépare dans l'Amérique équatoriale libre, depuis le littoral jusqu'à deux mille toises de hauteur sur le dos et la pente des Cordillères, entre les parallèles de l'île de Chiloé et de San Francisco de la Nouvelle-Californie, aura l'influence la plus heureuse pour les sciences physiques.

En comparant ce que l'on savait il y a quarante ans sur la température moyenne de la région équatoriale avec ce que nous en savons aujourd'hui, on est étonné de la lenteur des progrès de la climatologie positive. Je ne connais jusqu'à ce jour qu'une seule température moyenne observée avec quelque apparence de précision entre les 3° N. et 3° S. ; c'est celle de Saint-Louis de Maranham (lat. 2° 29′ S.) au Brésil, que le colonel Antonio Pereira Lago trouve, d'après les observations faites en 1821, trois fois par jour (à 20^h, à 4^h et à 11^h), de 27°,4 cent. (*Annaes das Sciencies, das Artes e das Letras*, 1822, tom. XVI, pl. 2, pag. 55—80.) C'est encore 0°,3 de moins que la température moyenne de Cumana. Au-dessous de 10° $\frac{1}{2}$ de latitude, nous ne connaissons que les températures moyennes de

Batavia (lat. 6° 12′ S.) .... 26°,9 cent.
Cumana (lat. 10° 27′ N.) .... 27°,7

Entre les 10° $\frac{1}{2}$ de latitude et l'extrémité de la zone torride, suivent :

Pondichéry (lat. 11° 55′ N.)........... 29°,6
Madras (lat. 13° 4′ N.)............ 26°,9
Manille (lat. 14° 36′ N.)........... 25°,6
Sénégal (lat. 15° 53′ N.)........... 26°,5
Bombay (lat. 18° 56′ N.)........... 26°,7
Macao (lat. 22° 12′ N.)............. 23°,3
Rio Janeiro (lat. 22° 54′ S.)........ 23°,5
La Havane (lat. 23° 9′ N.).......... 25°,7.

Nous rappellerons, d'après les observations du colonel Pereira,

Maranham (lat. 2° 29′ S.)........... 27°,4.

Il paraît résulter de ces données que le seul endroit de la région équinoxiale, dont la température moyenne excède 27°,7, est situé par les 12° de latitude. C'est Pondichéry dont le climat ne peut pas plus servir à caractériser toute la région équatoriale, que l'Oasis de Mourzouk, où l'infortuné Ritchie et le capitaine Lyon assurent avoir vu pendant des mois entiers (peut-être à cause du sable répandu dans l'air), le thermomètre de Réaumur entre 38° et 43°, ne caractérise le climat de la zone tempérée dans l'Afrique boréale. La plus grande masse de terres tropicales est située entre les 18° et 28° de latitude nord, et c'est sur cette zone aussi que, grâce à l'établissement de tant de villes riches et commerçantes, nous possédons le plus de connaissances météorologiques. Les trois ou quatre degrés les plus voisins de l'équateur sont une *terra incognita* pour la climatologie. Nous ignorons encore les températures moyennes du Grand-Para, de Guayaquil, et même de Cayenne.

Lorsqu'on ne considère que la chaleur atteinte dans une certaine partie de l'année, on trouve, dans l'hémisphère boréal, les climats les plus ardens sous le tropique même, et un peu au-delà. A Abusheer, par exemple (lat. 28° $\frac{1}{2}$), la température moyenne du mois de juillet est de 34°. Dans la mer Rouge, on voit le thermomètre centésimal, à midi, à 44°; la nuit, à 34° $\frac{1}{2}$. A Benarès (lat. 25° 20′), la chaleur atteint, en été, 44°; tandis qu'elle descend, en hiver, à 7°,2. Ces observations de l'Inde ont été faites avec un excellent thermomètre à *maxima* de Six; la température moyenne de Benarès est de 25°,2.

Les chaleurs extrêmes que l'on observe dans la portion méridionale de la zone tempérée, entre l'Egypte, l'Arabie et le golfe de Perse, est l'effet simultané de la configuration des terres environnantes, de l'état de leur surface, de la diaphanéité constante de l'air dépourvu de vapeurs aqueuses et la durée des jours qui croissent avec les latitudes. Entre les tropiques même, les grandes chaleurs sont rares et n'excèdent généralement pas, à Cumana et à Bombay, 32°,8; à la Vera-Cruz, 35°,1. Il est presque inutile de rappeler qu'on n'a consigné dans cette note que des observations faites à l'ombre et loin de la réverbération du sol. A l'équateur, où les deux hauteurs solsticiales atteignent 66° 32′, les passages du soleil par le zénit sont éloignés l'un de l'autre de 186 jours; à Cumana, la hauteur solst. d'été est de 76° 59′; celle d'hiver, de 56° 5′, et les passages par le zénit (17 avril et 26 août) s'éloignent de 131 jours. Plus au nord, à la Havane, on trouve, haut. solst. d'été, 89° 41′; d'hiver, 43° 23′; distance des passages

(12 juin et 1er juillet), 19 jours. Si ces passages ne se reconnaissent pas toujours avec une égale évidence dans la courbe des mois, c'est que leur influence est masquée dans quelques lieux par l'entrée de la saison des pluies et d'autres phénomènes électriques. Le soleil est à Cumana, pendant 109 jours ou plus exactement pendant 1275 heures (du 28 octobre au 14 février suivant), plus bas que sous l'équateur ; mais dans cet intervalle, son *maximum* de distance zénitale n'excède pas encore 33° 55′. Le ralentissement de la marche du soleil en approchant des tropiques augmente la chaleur des lieux situés plus loin de l'équateur, surtout vers les confins des zones torride et tempérée. Près des tropipiques, par exemple, à la Havane (lat. 23° 9′), le soleil emploie 24 jours à parcourir un degré de chaque côté du zénit ; sous l'équateur, il n'emploie que cinq jours. A Paris (lat. 48° 50′) où le soleil baisse au solstice d'hiver jusqu'à 17° 42′, la hauteur solsticiale d'été est de 64° 38′. L'astre calorifiant est par conséquent à Paris, du 1er mai au 12 août, pendant l'intervalle de 103 jours, ou de 1422 heures, aussi haut qu'il l'est, à Cumana, à une autre époque de l'année. En comparant Paris à la Havane, on trouve, dans le premier endroit, du 26 mars au 17 septembre, pendant 175 jours, ou 2407 heures, le soleil aussi haut qu'il l'est dans une autre saison sous le tropique du Cancer. Or, dans cet intervalle de 175 jours, le mois le plus chaud (juillet) a, d'après les registres de l'Observatoire royal de Paris, de 1806 à 1820, une température moyenne de 18°,6, tandis qu'à Cumana et à la Havane, lorsque le soleil s'abaisse dans le premier endroit jus-

qu'à 56° 5′ ; dans le second, jusqu'à 43° 23′ ; le mois le plus froid offre encore, malgré des nuits plus longues, à Cumana, 26°,2; à la Havane, 21°,2 de chaleur moyenne. Sous toutes les zones, la température d'une partie de l'année est modifiée par la température des saisons qui ont précédé. Sous les tropiques, les abaissemens de températures sont peu considérables, parce que la terre a reçu, dans les mois antérieurs, une masse de chaleur moyenne qui équivaut à Cumana à 27°, à la Havane à 25°,5 du thermomètre centigrade.

D'après l'ensemble des considérations que je viens d'exposer, il ne me paraît aucunement probable que la température équatoriale puisse atteindre 29°,2, comme le suppose le savant et estimable auteur du Mémoire sur *les réfractions astronomiques*. Déjà le père de Bèze, le premier des voyageurs qui conseilla d'observer aux heures les plus froides et les plus chaudes du jour, avait cru trouver dans les années 1686 et 1699, en comparant Siam, Malacca et Batavia, « que la chaleur n'est pas plus grande sous l'équateur que par les 14° de latitude. » Je pense qu'il existe une différence, mais qu'elle est très-petite et masquée par l'effet de tant de causes qui agissent simultanément sur la température moyenne d'un lieu. Les observations recueillies jusqu'à ce jour ne nous donnent pas la mesure d'un accroissement progressif entre l'équateur et la latitude de Cumana.

Paris, septembre 1826.

Sur *la Préparation du Nickel.*

Par Mr P. Berthier.

C'est toujours avec le *speiss* que l'on prépare le nickel. On sait que cette matière est un arsénio-sulfure qui contient quelques centièmes de cobalt et une petite quantité de cuivre et de fer. J'ai indiqué un moyen d'en extraire du nickel pur (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. xxv, p. 94); mais je vais en faire connaître d'autres qui sont beaucoup plus simples et plus économiques.

Si l'on chauffe du speiss avec quatre à cinq fois son poids de plomb dans un scorificatoire placé sous la moufle d'un fourneau de coupelle, il se fond et vient nager à la surface du plomb sans se combiner ni se mêler avec lui; puis il se grille, et les oxides qui se forment entrent en fusion à la faveur de la litharge qui se produit en même temps, et sont rejetés sur les bords du scorificatoire. Peu à peu le speiss perd de sa fusibilité, et il arrive un moment où on ne peut plus le tenir liquide, même à la plus haute température du fourneau. Si l'on arrête l'opération à cette époque, et si on plonge le scorificatoire dans l'eau aussitôt que le plomb s'est solidifié, on en détache aisément une plaque lenticulaire de speiss dont il est facile de séparer mécaniquement la plus grande partie des scories qui y adhèrent, et que l'on peut achever de nettoyer en la faisant bouillir avec de l'acide muriatique du commerce. Le nouveau speiss est un arseniure sans soufre, et qui

ne contient plus la moindre trace de cobalt : il est donc facile d'en extraire du nickel pur.

Quand on veut opérer sur des quantités un peu grandes de speiss la scorification est embarrassante et elle exige un temps très-long. Il est préférable alors d'employer le procédé suivant qui est très-expéditif et qui conduit absolument au même résultat. Ce procédé consiste à fondre le speiss avec de la litharge, et il est fondé sur ce que, en général, quand on chauffe jusqu'à fusion un arsénio-sulfure à plusieurs bases avec de l'oxide de plomb, le soufre se brûle, les métaux se scorifient dans leur ordre d'oxidabilité, et le résidu est un arséniure qui peut ne contenir qu'un seul métal (le moins oxidable) si l'on emploie une proportion de litharge suffisante.

On réduit le speiss (*A*) en poudre fine, et on le met avec deux fois son poids de litharge dans un creuset que l'on chauffe rapidement au fourneau à vent à la température de 50 à 60° pyrométriques. Le mélange se fond facilement et devient très-fluide, et l'on obtient 1°. un culot de plomb ; 2°. un nouveau speiss (*B*) qui ne diffère en rien du premier par l'aspect ; 3°. une scorie (*b*) compacte, à cassure luisante, d'un gris noir, et dont la poussière a une légère teinte bleuâtre. Quelquefois le nouveau speiss ne contient plus du tout de cobalt, mais ordinairement il en retient une petite quantité. On lui enlève jusqu'aux dernières traces de ce métal en le fondant une seconde fois avec une ou deux parties de litharge, selon la proportion de cobalt qu'on suppose qu'il renferme, après l'avoir pesé et passé au tamis de soie très-serré. La scorie (*c*) qui provient de cette seconde opé-

ration, est d'un gris beaucoup moins foncé que la première, et sa poussière a une légère teinte verte. Le speiss (*C*) est un arséniure de nickel qui ne renferme plus de substances étrangères, si ce n'est une trace de cuivre. Le déchet total dans les deux fusions est de 0,40 à 0,50.

Les scories (*b*) et (*c*) ne doivent pas être rejetées. Il y a deux manières de les traiter pour en retirer le cobalt et le nickel : 1°. on les porphyrise et on les fait digérer à chaud avec de l'acide nitrique ; il se dégage du gaz nitreux, et l'acide dissout beaucoup de plomb et de cobalt et très-peu de nickel ; on verse sur le résidu de l'acide muriatique concentré ou de l'eau régale, et on chauffe jusqu'à l'ébullition : il se dissout pour la plus grande partie en faisant gelée ; cependant il reste toujours une substance bleuâtre qui résiste à l'action de l'acide, mais la quantité en est très-petite. On évapore les liqueurs acides à siccité et on reprend par l'eau, ce qui sépare la plus grande partie de l'acide arsénique à l'état d'arséniate de plomb ; on ajoute un peu de carbonate de soude à la dissolution pour achever de précipiter cet arséniate ; puis on y verse de l'acide sulfurique pour précipiter le plomb, et enfin on y fait passer de l'hydrogène sulfuré qui sépare les dernières traces de plomb et le peu de cuivre qu'elles pouvaient contenir: après quoi elles ne renferment que du cobalt et du nickel. On précipite ces deux métaux par le carbonate de soude et on les sépare l'un de l'autre au moyen du chlore. Il faut observer que les oxides que l'on obtient peuvent se trouver mélangés d'une petite quantité d'alumine qui provient de la portion du creuset que la litharge attaque. On doit donc les réserver pour préparer les

métaux : en les fondant au creuset brasqué avec du verre, la totalité de l'alumine se dissout dans la scorie à environ 60°.

2°. On chauffe la scorie sans mélange dans un creuset brasqué, ou dans un creuset nu après l'avoir mélangée avec 0,05 à 0,06 de charbon en poudre; on obtient un culot de plomb, un speiss et une scorie. La scorie (*b*) donne un speiss qui contient beaucoup de cobalt, et qui doit être traité comme le speiss (*A*), et une scorie (*d*) compacte, vitreuse, éclatante, opaque, d'un très-beau noir, et dont la poussière est d'un gris-bleuâtre; elle est très-riche en cobalt. La scorie (*c*) donne un speiss de même nature que le speiss (*B*) et une scorie (*e*) compacte, noire, qui paraît opaque, mais qui dans les éclats minces est transparente et d'un très-beau bleu. Ces scories (*d*) (*c*) font gelée avec les acides, et l'on peut facilement en extraire du nickel et du cobalt.

Le plomb qui résulte du traitement du speiss par la litharge ou de la réduction des scories, est demi-ductile, grenu, à petits grains lamelleux noirs et ternes. On y a trouvé, par la voie humide :

Nickel,	0,027;
Arsenic,	0,016;
Soufre,	0,005.
	0,048.

Je pense que ces substances proviennent d'une certaine quantité de speiss que le plomb absorbe par imbibition, tout comme il absorbe la litharge, et qu'il retient par adhérence; mais qu'elles ne forment pas avec

lui une véritable combinaison. Les arts métallurgiques offrent beaucoup d'exemples de phénomènes analogues; le cuivre rouge absorbe une petite quantité de la matière qui surnage, et devient noir et cassant : il s'imbibe de son protoxide et perd une partie de sa ductilité; le fer, au contraire, acquiert de la ténacité à froid quand il provient de fontes qui contiennent du cuivre, quoiqu'il soit incapable de se combiner avec ce métal, etc.

Le plomb mêlé de speiss ne passe pas à la coupellation; le bain reste couvert d'une croûte gris-verdâtre jusqu'à la fin : la coupelle est d'un jaune assez pur, ce qui porte à croire que tout l'oxide de nickel reste dans la scorie. Mais si l'on soumet le plomb à une scorification maintenue assez long-temps pour qu'il se trouve réduit à 0,60 de son poids, il devient parfaitement ductile, et on peut le coupeller ensuite comme du plomb pur. On pourrait donc par ce moyen extraire la plus grande partie de l'argent que contient le speiss (1).

---

(1) Pour déterminer la proportion d'argent que contient le speiss, on est dans l'usage en Saxe de le scorifier avec 16 parties de plomb sous la moufle : l'opération est fort longue, parce que le plomb que l'on obtient ne peut pas être passé immédiatement à la coupelle. Lorsque la scorification du speiss est aussi avancée que possible, on donne un coup de feu pour faire fondre, et on coule dans une lingotière; les scories sont d'un vert bouteille foncé presque noir; on les détache aisément du culot de plomb; on scorifie celui-ci de nouveau comme le speiss, et souvent même on fait une troisième scorification sur le plomb qui provient de la seconde opération.

Quand on emploie de la litharge au lieu de plomb pour

Le nitre produit sur les arsénio-sulfures à-peu-près les mêmes effets que la litharge.

100 gr. de speiss en poudre,
40 de nitre,

chauffés ensemble, sont devenus incandescens à la chaleur sombre; la masse s'est un peu gonflée, et en donnant un coup de feu, elle est entrée en pleine fusion: on a eu un speiss (*F*) pesant 84 gr., surmonté de deux scories placées l'une au-dessus de l'autre: la scorie supérieure était cristalline, translucide et d'un beau bleu d'azur; elle était principalement composée de sulfate de potasse coloré par un peu d'oxide de cobalt; la seconde, compacte, d'un noir-grisâtre, contenait de l'oxide de fer et de l'oxide de cobalt; mais ce dernier

---

scorifier, l'essai va beaucoup plus vite, d'autant plus que l'on peut le faire dans un creuset au fourneau de calcination; cependant le plomb n'est jamais assez pur pour qu'on puisse le coupeller immédiatement, lors même qu'on emploie 20 parties de litharge. Après diverses tentatives j'ai trouvé que le meilleur moyen d'essayer le speiss pour argent consiste à le chauffer dans un creuset avec 10 parties de litharge et 2 parties de nitre: il s'oxide en totalité aux dépens du nitre sans déflagration ni boursoufflement; en donnant à la fin un coup de feu un peu fort, la scorie, quoique beaucoup moins fusible que la litharge pure, devient bien liquide; on projette alors sur le bain 1 à 2 parties de plomb pauvre, on chauffe de nouveau pendant quelques instans et on laisse refroidir; en cassant le creuset, on trouve au fond un culot de plomb qui contient tout l'argent du speiss et qui se coupelle sans difficulté.

métal y était en trop petite quantité pour qu'elle méritât d'être traitée.

50 gr. de speiss (*F*),
20 de nitre,

chauffés à une forte chaleur blanche, ont donné une scorie pâteuse d'un noir grisâtre à l'intérieur et d'un très-beau bleu à la surface; elle contenait un culot et une multitude de grenailles de speiss (*G*) : on l'a laissée digérer dans l'eau pendant vingt-quatre heures, elle s'est parfaitement délayée, et l'on a pu aisément en séparer les grenailles; réunies au culot, elles ont pesé 35 gr. La matière boueuse, bien lavée, a été dissoute dans l'eau régale, et l'on a reconnu qu'elle se composait de beaucoup d'oxide de cobalt mêlé d'une petite quantité d'oxide de nickel.

30 gr. de speiss (*G*),
12 de nitre,

chauffés ensemble, se sont comportés comme le mélange précédent : la scorie était d'un vert-grisâtre, tachée çà et là de gris bleuâtre; elle contenait beaucoup d'oxide de nickel et peu d'oxide de cobalt. Les grenailles du nouveau speiss (*H*) ont pesé 18 gr. : ce speiss s'est trouvé parfaitement pur. Le déchet total des trois opérations a été de 68 gr.; mais on pourrait le réduire à 0,50 en employant moins de nitre dans la troisième opération qui n'a pour but que de séparer les dernières traces du cobalt.

Ainsi, à l'aide de la litharge ou du nitre, il est facile de changer le speiss du commerce en arséniure de nickel pur, avec une perte de moins de moitié. Voyons

maintenant de quelle manière on peut extraire le nickel de cet arséniure :

1°. On le pulvérise ; on le grille jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs arsénicales ; on y ajoute le dixième de son poids de fer métallique ; on traite le mélange par l'acide nitrique du commerce, auquel on ajoute de temps à autre un peu d'acide muriatique ; on rapproche jusqu'à siccité à une douce chaleur et on reprend par l'eau ; la plus grande partie de l'arséniate de fer reste non dissoute : on précipite le peu que la dissolution en retient par le carbonate d'ammoniaque versé goutte à goutte et sans excès ; ensuite on fait passer dans la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré, ou bien l'on y verse successivement un peu d'acide nitrique et d'hydro-sulfate d'ammoniaque, afin de précipiter le cuivre et le plomb qui pourraient s'être mêlés accidentellement avec le speiss ; enfin on évapore la liqueur à siccité, et en calcinant le résidu à la chaleur blanche, on a du protoxide de nickel parfaitement pur. Comme dans ce procédé on n'emploie point de matières fixes, on est dispensé des lavages qui sont ordinairement si longs à effectuer, et l'on peut opérer sans difficulté sur quelque quantité que ce soit.

2°. Le grillage est la partie pénible et désagréable du moyen que je viens de décrire : il est possible de l'éviter en remplaçant l'action de l'air chaud par l'action de la litharge ou du nitre, en procédant d'ailleurs comme il a été dit plus haut relativement au speiss du commerce. Pour oxider la totalité de l'arséniure il faudrait employer huit à dix fois son poids de litharge : si l'on se servait de nitrate de plomb au lieu de litharge,

il en faudrait beaucoup moins, la dissolution de la scorie serait plus prompte et exigerait moins d'acide. Le speiss du commerce n'est complètement scorifié que par deux parties de nitre, mais l'arséniure de nickel n'en consomme qu'une partie et demie : comme l'action est extrêmement vive, il faut la tempérer par l'addition de deux parties de carbonate de soude ou de potasse. Cette addition a encore l'avantage d'enlever à l'oxide de nickel la plus grande partie de l'acide arsénique qui se forme dans l'opération. Après qu'on a lavé la matière, on y ajoute du fer, on la dissout dans l'acide nitrique, etc., et enfin on précipite l'oxide de nickel par le carbonate de soude, et on lave. Si l'on avait l'intention de préparer du nickel métallique, ce lavage serait superflu. Après avoir séparé tout l'arséniate de fer et le cuivre, on évaporerait à sec, on calcinerait à la chaleur blanche, on laverait grossièrement l'oxide et on le réduirait au creuset brasqué avec addition de verre.

3°. En fondant l'arséniure de nickel avec du carbonate de soude et du soufre on obtient du sulfure de nickel, du sulfure d'arsenic et du sulfure de sodium. En délayant dans l'eau, les deux derniers sulfures qui se sont combinés ensemble se dissolvent, et le sulfure de nickel, qui n'était que mélangé dans la matière fondue, reste pur. Pour séparer tout l'arsenic du nickel par un seul traitement, il faut employer une partie et demie de carbonate de soude et deux parties de fleur de soufre pour une partie d'arséniure; mais on enlève plus sûrement tout l'arsenic en faisant deux fois la même opération, et alors on peut n'employer chaque fois qu'une demi-partie de carbonate de soude et une partie

de soufre. On fond dans un creuset nu, en ajoutant au carbonate de soude le cinquième de son poids de charbon en poudre; il ne se forme pas de sulfate, et le mélange est beaucoup plus sulfurant, mais cela n'est pas nécessaire (1). A la chaleur blanche, la matière devient liquide comme de l'eau; après la fusion, elle se compose d'un culot métallique lamelleux, éclatant, d'un jaune intermédiaire entre la couleur de la pyrite de fer et celle du cuivre pyriteux; et d'une scorie compacte, couleur chocolat, matte et opaque, et dans laquelle on voit souvent de grandes lames cristallines de la matière métallique disséminée çà et là. Cette scorie se dissout bien dans l'eau; la liqueur est peu colorée, et lorsqu'on la neutralise par un acide, elle donne un précipité d'orpiment très-abondant et très-beau. Le culot métallique paraît homogène au premier coup-d'œil, mais ce n'est pas du sulfure de nickel pur; ce sulfure est imprégné de la combinaison de sulfure de sodium et de sulfure d'arsenic : aussi quand on le laisse digérer dans l'eau, il se délaie peu à peu et se résout en paillettes cristallines. Après avoir lavé ces écailles à grande eau, il convient d'achever de les purifier en les traitant à froid par de l'acide sulfurique étendu qui ne les attaque pas. Enfin, comme après cela il pourrait encore être mélangé de matières argileu-

(1) Les persulfures alcalins agissant à une température élevée sont des sulfurans très-énergiques. Je m'en suis servi avec succès pour préparer les sulfures de tungstène, de chrôme, d'urane et souvent de titane et de cérium. Je ferai connaître les détails de cette préparation.

ses, etc., il faut le chauffer dans un creuset brasqué avec un peu de borax ; il se fond à la chaleur blanche, et les matières étrangères forment avec le borax une scorie que l'on détache aisément du culot.

Le sulfure de nickel fondu ressemble absolument à de la pyrite de fer. Sa densité est de 5,76 ; il est inattaquable par les acides sulfurique et muriatique ; l'acide nitrique le dissout à l'aide de la chaleur. C'est le sulfure NS^2 identique avec celui qu'on trouve dans la nature.

Si l'on grillait ce sulfure après l'avoir réduit en poudre très-fine et jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus de vapeurs sulfureuses, il est probable qu'en calcinant ensuite le résidu sur lequel on verserait une petite quantité d'acide sulfurique, on séparerait la totalité du soufre, et que l'on obtiendrait par conséquent de l'oxide pur ; mais je dois dire que je n'ai pas fait l'essai de ce moyen et que je ne sais pas si le sulfure et le sulfate de nickel agissent assez efficacement l'un sur l'autre pour qu'ils se décomposent mutuellement en totalité, ce qui paraît très-probable.

Un moyen plus sûr de décomposer le sulfure de nickel serait de le broyer ; de le dissoudre dans l'acide nitrique auquel on ajouterait sucessivement de petites doses d'acide muriatique ; d'évaporer à sec pour chasser l'excès d'acide ; de reprendre par l'eau et de précipiter l'acide sulfurique que contiendrait la liqueur par le nitrate de plomb ; puis de précipiter l'excès de plomb et le cuivre par l'hydrogène sulfuré ; enfin d'évaporer la dissolution à sec, et de calciner les nitrates à la chaleur blanche.

Quand on a l'oxide de nickel pur, on se procure le métal fondu en chauffant dans un creuset brasqué cet oxide mêlé d'une petite quantité de verre à la plus haute température d'un fourneau d'essai. Si l'on voulait obtenir des culots un peu gros, de plusieurs centaines de grammes par exemple, il faudrait ajouter à l'oxide 9 à 10 pour $\frac{0}{0}$ de charbon en poudre afin d'accélérer la réduction, et par suite la fusion. Mais ce nickel, ainsi préparé, renferme une petite quantité de carbone en combinaison. On ne peut l'obtenir absolument pur qu'en réduisant l'oxide par le gaz hydrogène : cependant il est encore suffisamment pur pour beaucoup d'usages lorqu'on réduit l'oxide par le charbon à la température la plus basse possible. Si l'on tasse fortement une certaine quantité de cet oxide dans un creuset brasqué et si l'on chauffe à la chaleur blanche naissante, la réduction a lieu immédiatement à la surface de la masse et elle se propage très-rapidement de la surface au centre par voie de cémentation. Le nickel obtenu de cette manière est un peu poreux et d'un gris mat, mais il prend un très-grand éclat métallique sous le frottement du brunissoir ; il s'aplatit un peu sous les coups du marteau en s'égrenant : on parviendrait sans aucun doute à le souder et à l'étirer en barres en le forgeant comme le fer à une chaude suante. Si l'on avait à en préparer de grandes masses, il faudrait mélanger intimement l'oxide bien broyé avec 0,08 à 0,10 de charbon en poudre. Proportion tout au plus suffisante pour opérer la réduction, comprimer très-fortement le mélange, couches par couches, dans un creuset nu, et chauffer à la chaleur blanche pendant

un temps suffisant ; puis forger la matière à chaud après l'avoir saupoudrée de borax.

J'ai essayé de séparer l'arsenic du nickel par le moyen du fer métallique, mais cela n'a pas réussi.

30 gr. de speiss
et 30 gr. de petits clous de fer

ont été chauffés dans un creuset brasqué à la chaleur de 150 degrés pyrométriques : le culot a pesé 60 gr. ; il était parfaitement homogène, compacte, très-dur, cassant, à cassure grenue, légèrement cristalline et d'un gris blanc comme de la fonte. Il semble que l'arsenic puisse se combiner en toute proportion avec les métaux ; du moins il ne se sépare pas par la fusion des arséniures en proportions définies comme il se sépare des sulfures.

La plupart des moyens que je viens de décrire pour préparer le nickel sont applicables au traitement des minerais de cobalt (arsénio-sulfures), soit pour en séparer le fer ou l'arsenic, soit pour en extraire de l'oxide de cobalt ; mais ces moyens doivent, dans ce cas, éprouver quelques modifications que je ferai connaître dans un autre article.

Déviation *de l'Aiguille aimantée par le courant d'une machine électrique ordinaire, et de l'électricité des nuages.*

Par Mr D. Colladon, de Genève.

(Lu à l'Académie le 21 août.)

§ I. La pile de Volta à l'état de tension et une machine électrique en mouvement sont deux instrumens semblables qui produisent les mêmes phénomènes. Tous deux servent à accumuler l'électricité de manière à faire diverger un électromètre et à produire une suite continue d'étincelles. Si dans la pile on joint les deux extrémités par un axe conducteur de l'électricité, les phénomènes de tension cessent entièrement ; les deux fluides séparés sans cesse par la force électro-motrice se réunissant au même instant dans l'axe conducteur, produisent ce qu'on a appelé *un courant*. L'action de ce courant produit deux grands phénomènes nouveaux, les décompositions chimiques et la déviation de l'aiguille aimantée. Il semble donc qu'une machine électrique devrait offrir des phénomènes semblables lorsqu'on joint par un circuit métallique le conducteur avec les coussins, de manière à produire un courant. M. Wollaston est en effet parvenu, par une disposition très-ingénieuse, à rendre sensibles les décompositions opérées par ce genre de courant. M. Arago a démontré son influence pour aimanter des fils d'acier ; mais toutes les tentatives faites jusqu'à ce jour pour lui faire dévier l'aiguille aimantée ont été sans succès, même avec l'aide

d'un multiplicateur. Cette différence est devenue la base d'une distinction établie entre les courans continus, tels que ceux des circuits électro-moteurs fermés, seuls capables de dévier l'aiguille, et les courans discontinus, les seuls que puissent produire les machines électriques. Dans ceux-ci, l'électricité, ne passant qu'à des intervalles successifs, ne dévierait plus l'aiguille aimantée. Pour expliquer cette différence, on remarquait que la vitesse de l'électricité dans un circuit voltaïque ou thermo-électrique est comme infinie par rapport à celle du mouvement imprimé au plateau d'une machine qui transporte l'électricité sur le conducteur, et que, par conséquent, les quantités absolues qui circulent dans le courant doivent être dans le même rapport. Cependant les expériences mentionnées plus haut, la lumière continue produite à l'extrémité des pointes fixées au conducteur, ne paraissaient pas d'accord avec cette opinion. Pensant qu'on avait peut-être employé des quantités trop faibles d'électricité accumulée ou des galvanomètres imparfaitement isolés, je répétai cette expérience en me servant d'un galvanomètre de 100 tours à deux aiguilles, tel que celui qu'a imaginé M. Nobili. Le fil en était doublement recouvert de soie. Pour avoir ensuite une quantité d'électricité considérable, j'employai une batterie de 30 jarres, ayant 4000 pouces carrés de surface. Pour éviter tout mouvement dû à des attractions ou répulsions électriques, je plaçai mon galvanomètre dans une chambre séparée d'où il communiquait à la batterie par deux fils de cuivre revêtus de soie et suspendus à des cordons isolans. Au bout de chacun de ces fils était soudée une pointe très-fine des-

tinée à soutirer l'électricité. Ces deux pointes sont ce que je nommerai *les extrémités du galvanomètre.*

Après avoir chargé la batterie jusqu'à ce que son électroscope commençât à diverger, je mis l'une des extrémités du galvanomètre en contact avec l'armure extérieure de la batterie, et tenant l'autre extrémité par un manche de verre, j'en approchai la pointe du bouton d'une des jarres. Dès qu'elle en fut à 4 ou 5 centimètres de distance, l'aiguille du galvanomètre commença à se dévier. En approchant jusqu'à 1 ou 2 centimètres, la déviation alla jusqu'à 23°, puis elle s'affaiblit et cessa entièrement après avoir duré 5 secondes. Le sens de cette déviation était tel qu'il devait être d'après le sens du courant.

Cette expérience, répétée un grand nombre de fois, donna constamment le même résultat. Tant que l'on présentait au bouton la même extrémité du galvanomètre, le sens de la déviation était constamment le même. Je donnai alors au courant une direction contraire, en changeant les extrémités du galvanomètre. Cette fois, la déviation de l'aiguille eut lieu en sens contraire, et son amplitude fut à-peu-près égale à ce qu'elle était dans le premier cas. Cette expérience démontre que l'action observée est bien réellement due à l'influence du courant.

Cependant, pour rendre cette conclusion plus évidente et pour changer le sens du courant sans déranger aucune partie de l'appareil, je chargeai alternativement la batterie d'électricité positive et négative. Les effets obtenus furent exactement les mêmes que dans le premier cas. A chaque fois la déviation changea de

sens, comme quand je ne faisais qu'alterner les extrémités du galvanomètre. Enfin, pour m'assurer que ces résultats n'étaient point dus à des changemens d'aimantation, j'eus soin de constater que l'aiguille revenait précisément à son point de départ après chaque expérience, ce qui eut lieu très-exactement lorsqu'on eut soin d'éviter la détonation en laissant un intervalle suffisant entre le bouton de la batterie et l'extrémité du galvanomètre. La grandeur de la déviation a varié selon l'intensité de la charge et la distance à laquelle on approchait les pointes. Elle a été plusieurs fois au-delà de 40 degrés, et sa quantité moyenne fut de 20 à 30 degrés.

J'ai répété cette expérience en présence de MM. Arago, Ampère et Savary, et quoique l'air fût alors très-humide, elle a pleinement réussi. Ils ont vu que le sens de la déviation changeait toutes les fois qu'on alternait les extrémités du fil conducteur, et que de plus il était constamment tel qu'il devait être d'après le sens du courant. Je fis alors quelques essais avec une simple machine électrique, soit avec une machine de Nairne à deux électricités, soit avec une machine ordinaire dont le plateau a cinq pieds de diamètre, qui fait partie du cabinet de physique du Collége de France. En opérant par un temps sec, j'ai obtenu des déviations assez régulières, mais qui n'ont pas dépassé 3 à 4 degrés.

Il est donc démontré qu'une machine électrique peut, comme la pile de Volta, produire un courant qui dévie l'aiguille aimantée, et que l'électricité qu'on peut accumuler pendant un temps donné sur une batterie ou même sur un conducteur est une portion finie de celle

qui circulerait pendant le même temps dans un circuit électromoteur fermé. Il était intéressant d'établir cette comparaison d'une manière approchée. C'est ce que j'ai fait en soudant aux extrémités de mon galvanomètre un fil de platine, dont une des soudures était maintenue à la température zéro pendant que l'autre était chauffée dans un bain de mercure. Ce fut à 125 degrés centigrades que l'aiguille du galvanomètre atteignit une déviation de 45 degrés, la même que je venais d'obtenir avec la batterie. L'usage du galvanomètre peut donc, dans quelques cas, remplacer celui de l'électromètre pour la mesure des quantités un peu considérables d'électricité accumulées sur des batteries ou soutirées par des pointes. Il semble que le peu d'amplitude des déviations observées pourront être une objection contre l'emploi de ce moyen. Mais une considération très-simple lève cette difficulté. Des expériences faites il y a quelques années ont montré qu'un fil long de plusieurs milliers de mètres transmet la décharge d'une bouteille de Leyde sans l'affaiblir sensiblement. Dans des expériences de ce genre, on peut donc donner au galvanomètre un nombre indéfini de tours et en multiplier indéfiniment les effets. Lorsqu'il s'agit, au contraire, de mesurer l'action du courant produit par une action électromotrice très-faible, le galvanomètre ne peut avoir qu'un nombre limité de tours, passé lequel la longueur du circuit devient un obstacle au passage de l'électricité, ainsi que l'ont observé MM. Œrsted et Fourier dans leurs expériences thermo-électriques. L'isolement des différens tours du galvanomètre est aussi une chose importante à examiner. On n'a peut-être pas assez donné d'attention

à cette circonstance dans les expériences de ce genre où l'électricité ayant une tension très-grande passe facilement d'un tour à l'autre à travers la soie qui les sépare. Je préparai donc un galvanomètre de 500 tours, dont le fil était doublement recouvert de soie, et chaque série de tours séparée par un taffetas gommé. En répétant les expériences précédentes avec ce nouveau galvanomètre, j'obtins des effets considérables et presque décuples des précédens, ce qu'il faut surtout attribuer aux précautions prises pour isoler le fil conducteur. J'ai dit que la plus grande déviation obtenue avec mon premier galvanomètre par le simple courant d'une machine électrique à plateau très-forte n'avait pas été au-delà de 3 ou 4 degrés. Cette même expérience, répétée avec le galvanomètre de 500 tours, en fixant l'une des extrémités aux coussins, et soutirant avec l'autre l'électricité positive des conducteurs, a donné les résultats suivans :

A 1 déc. de distance, une déviation de 90° à 72°, ou de 18° ;
2 .... 10 ;
4 .... 5 $\frac{1}{2}$;
8 .... 3 ;
1 mètre .... 2 .

A la distance de 1 déc., une déviat. de 90° à 72°, ou de 18° ;
2 .... 10 ;
4 .... 5 $\frac{1}{2}$;
8 .... 3 ;
1 mètre .... 2 ;
1 décim .... 18 ;
5 centim .... 19 $\frac{1}{2}$;
2 $\frac{1}{2}$ cent .... 20 ;
1 cent .... 20 .

Ainsi la déviation était encore appréciable lors même que la pointe était à 1 mètre du conducteur.

On doit surtout remarquer que l'action soutirante d'une pointe est sensiblement proportionnelle à la distance de cette pointe du conducteur ; mais qu'à une certaine proximité la quantité soutirée reste sensiblement la même quand on rapproche la pointe. En employant une machine à cylindre qui n'avait qu'un seul coussin, la loi de proportionalité est restée vraie pour de plus petites distances, et la déviation a continué d'augmenter jusque très-près du contact.

Cette différence s'expliquera facilement si l'on fait attention que dans les machines à plateau les surfaces des quatre coussins ne communiquent ordinairement entre elles que par des conducteurs très-imparfaits. Lorsqu'on met l'extrémité du galvanomètre en contact immédiat avec une seule de ces surfaces, il arrive un moment où la quantité d'électricité soutirée à distance par le fil du galvanomètre est justement égale à celle que peut fournir au plateau un seul coussin, et c'est alors que l'action n'augmente plus sensiblement.

L'expérience suivante confirme cette explication. Si l'on rapproche l'extrémité soutirante jusqu'au contact du conducteur d'une machine à plateau, il se produit tout-à-coup des effets de tension électrique; l'aiguille du galvanomètre est très-agitée et dévie dans tous les sens. Une des extrémités du galvanomètre étant en contact avec le conducteur auquel les quatre coussins fournissent de l'électricité, tandis que l'autre extrémité n'est en contact immédiat qu'avec une des surfaces négatives, et le fil étant de plus isolé dans toute sa lon-

gueur, il doit se charger d'un excès d'électricité positive et produire des attractions électriques ordinaires.

Il n'en a point été de même avec la machine à cylindre de Nairn. En fixant une extrémité du galvanomètre au conducteur positif et l'autre au conducteur négatif, la déviation a continué à être parfaitement régulière; elle était proportionnelle à la vitesse avec laquelle on tournait la *manivelle*, en réglant le mouvement de celle-ci au moyen d'un compteur; la déviation restait constante aussi long-temps que durait l'expérience.

Ainsi, en faisant trois tours de manivelle par seconde, on obtint les résultats suivans :

Repos.	Déviation constante.	Déviation absolue.
90°;	125°;	35°;

et en alternant les extrémités du galvanomètre,

90°;	54°;	36°.

La batterie de 4000 pouces produisit des écartemens trop près du *maximum* pour qu'on pût les mesurer; mais en n'approchant que très-lentement on obtenait une déviation à-peu-près égale pendant quelques instans. Ainsi une de ces expériences donna une déviation constante de 30 degrés qui dura 65 secondes.

Une seule bouteille de Leyde, n'ayant que deux demi-pieds carrés de surface, écartait l'aiguille de 32 degrés lorsqu'elle était chargée aussi fortement que possible.

J'ai fait depuis plusieurs essais pour déterminer les rapports qui existent entre le nombre des pointes soutirantes, leur forme plus ou moins aiguë et les quantités d'électricité soutirées; mais je n'ai pas encore assez

multiplié ces expériences pour pouvoir en publier les résultats. Celles qui précèdent suffisent pour montrer que le galvanomètre peut servir à résoudre plusieurs questions sur l'électricité ordinaire, et que pour cet usage ses déviations peuvent être beaucoup augmentées par la multiplicité et l'isolement des tours.

Je dois remarquer ici qu'ayant soudé un fil de platine aux fils de cuivre du galvanomètre pour établir une comparaison analogue à celle que j'avais faite précédemment, une différence de température de 1000 degrés entre les deux soudures ne produisit aucune déviation sensible. Un couple cuivre et zinc de 2 pieds carrés de surface n'avait pas plus d'effet. Enfin une pile de 24 couples de demi-pied carré fortement chargée ne produisit qu'une déviation de 20 degrés : c'est que le fil était alors assez long pour arrêter complètement la circulation du courant thermo-électrique, et pour diminuer considérablement celui de la pile (1).

Les rapports que ces expériences établissent entre les actions des courans produits par les machines électriques, et ceux d'une pile ou d'un appareil thermo-électrique, donneront le moyen d'apprécier la vitesse absolue avec laquelle l'électricité circule dans un appareil électro-moteur fermé, quand on connaîtra le rapport de leur force électro-motrice ou de la tension électrique que peuvent produire le contact de deux

(1) Peut-être la déviation eût-elle été plus grande si le fil du galvanomètre eût été parfaitement continu, au lieu d'être formé de deux fils métalliques réunis seulement par la torsion.

métaux et le frottement des coussins. En effet, dans les machines électriques cette vitesse de circulation est déterminée par le mouvement du plateau de verre au moyen duquel l'électricité est transportée sur les conducteurs avec une vitesse connue. Si la tension de cette électricité est dix mille fois aussi forte que la tension d'un couple voltaïque ayant même surface que le coussin, et que cependant les effets produits par les deux courans sur un galvanomètre donné soient les mêmes, la vitesse de circulation de l'électricité dans le circuit voltaïque sera évidemment dix mille fois plus grande que celle de la partie frottante du plateau ; car c'est une opinion généralement reçue que la déviation de l'aiguille aimantée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe dans le courant.

Les expériences comparatives faites avec des piles et des circuits thermo-électriques montrent que la conductibilité des fils métalliques n'est pas en raison inverse de leur longueur. Lorsque la force électro-motrice est faible, un circuit métallique un peu long suffit pour arrêter presque entièrement le courant électrique. L'intensité de ce courant augmente rapidement à mesure que la longueur du circuit diminue jusqu'à une certaine limite qui dépend de l'énergie de la force électro-motrice.

La supposition de courans particulaires assez intenses pour produire des attractions ou des répulsions n'a donc rien d'étrange, puisque, quelque faible qu'on veuille supposer la force électro-motrice qui les produit, on conçoit que, si le circuit est infiniment petit, il peut y avoir une compensation due à l'extrême vitesse de circulation de

l'électricité. On voit encore que bien que les corps peu conducteurs, l'eau pure par exemple, ne puissent faire partie d'un circuit électro-moteur sans arrêter les mouvemens du galvanomètre, une couche d'air de plus d'un mètre n'interrompt pas toujours ce genre d'action, et que les résultats dépendent de l'énergie de la force électro-motrice, ensorte que, dans les expériences sur la conductibilité des corps, c'est un élément important qu'on ne doit pas négliger.

§ II. *Expériences relatives à l'Electricité atmosphérique.*

On sait que les pointes métalliques peuvent soutirer de grandes quantités d'électricité des nuages au point de produire des aigrettes lumineuses très-intenses. Le galvanomètre pourrait devenir un moyen précis d'évaluer la quantité d'électricité qui passe dans ces conducteurs.

Quoique cette conséquence parût évidente, j'ai profité de l'occasion de le vérifier qui s'est offerte à moi.

Le 4 d'août, au milieu du jour, des nuages électriques annonçant un orage, je fis élever une pointe métallique sur l'observatoire du collége de France, une perche de neuf mètres fut placée près du paratonnerre le plus élevé qu'elle surpassait d'environ un mètre; elle portait un fil conducteur terminé par deux aiguilles très-fines et un peu divergentes.

Ce fil conducteur, revêtu de soie, traversait un tube de verre et descendait dans la chambre où était placé le galvanomètre. On le fixait à une des extrémités de celui-ci, tandis que l'autre extrémité communiquait avec la tige du paratonnerre et par conséquent avec le sol.

A peine l'appareil était-il monté qu'il commença à tonner. L'aiguille du galvanomètre, d'abord à 37 degrés, fut déviée et oscilla entre 34 et 32. Le sens du courant indiquait que l'électricité soutirée était négative. Pour m'en assurer, je rompis le fil conducteur et je m'assurai que l'électromètre se chargeait en effet négativement.

Deux jours après, le 5 d'août, un second orage plus violent que le premier me donna l'occasion de répéter cette expérience. Pour cette fois, la déviation fut en moyenne de 10 à 12 degrés et alla jusqu'à 22. Pendant les vingt minutes que dura mon observation, le sens du courant changea deux ou trois fois. En effet, un vent violent de l'ouest chassait les nuages qui passaient rapidement au-dessus du conducteur.

Ayant voulu rompre le fil conducteur au moment où la déviation était la plus grande, je reçus de fortes étincelles, l'électromètre divergeait avec violence; mais lorsque le circuit était rétabli, l'électroscope à feuilles d'or le plus sensible ne donnait aucun signe de tension. Au bout de quelques instans, la pluie qui tombait avec force ayant mouillé les supports du fil conducteur, les signes électriques, soit du galvanomètre, soit de l'électromètre, cessèrent entièrement au moment où l'électricité paraissait la plus forte. J'avais fait le même jour une expérience comparative sur la batterie de 5000 pouces avec le même galvanomètre. La décharge de cette batterie n'avait produit à cause de l'humidité de l'air qu'une déviation de 12 à 16 degrés. Il ne faut pas oublier que ces effets furent obtenus avec le premier galvanomètre de 100 tours, le seul que j'eusse alors.

Lorsque j'eus fait mon nouveau galvanomètre, je m'en servis à la place du premier pour reprendre ces expériences sur l'électricité atmosphérique. D'abord je n'observai pendant plusieurs jours que des déviations dont le *maximum* fut de 10 à 20 degrés. Par un temps serein, la déviation fut constamment nulle, et je n'obtins aucun signe électrique avec un électroscope à feuille d'or et à deux électricités. Dans un seul cas, pendant un orage qui eut lieu à quelque distance de Paris, l'électromètre et le galvanomètre donnèrent des signes très-sensibles d'électricité; la déviation atteignit 18°, quoique l'on n'aperçût aucun nuage au-dessus de l'observatoire jusqu'à 30 degrés du zénit. Enfin, le 5 septembre, trois nuages orageux chassés par un vent violent de l'ouest et accompagnés de pluie passèrent successivement au-dessus de Paris entre trois et cinq heures après midi. Pour tous les trois, la déviation fut constamment telle, que l'électricité soutirée était d'abord positive, puis s'affaiblissait et changeait tout-à-coup de sens pour rester négative jusqu'à ce que le nuage fût entièrement passé.

Pour les deux premiers, la déviation fut, terme moyen, de 50 à 60 degrés dans les deux sens; quoiqu'on n'aperçût aucun éclair, à chaque coup de vent elle augmentait subitement de 10 degrés (1).

Le troisième orage produisit des déviations encore plus considérables qui allèrent quelquefois jusqu'à 87°, c'est-à-dire tout près du *maximum*. Depuis dix minutes, la déviation était dans le sens de l'électricité positive;

---

(1) Le galvanomètre était placé sous une cloche de verre, à l'abri des agitations de l'air.

et lorsqu'il eut commencé à tonner, à chaque coup de tonnerre elle changeait de signe ou montait subitement de plusieurs degrés : enfin, elle devint négative d'une manière permanente jusqu'à ce que le nuage fût entièrement passé. Ces dernières expériences prouvent que le galvanomètre peut être fort utile dans les recherches sur l'électricité atmosphérique. S'il était démontré que l'électricité contribue à la formation de la grêle, cet instrument serait le seul qui pût faire connaître d'une manière précise les quantités d'électricité soutirées par des pointes plus ou moins aiguës et élevées, et communiquant plus ou moins avec le sol.

NOTE *sur la Nomenclature et la Classification chimiques.*

PAR M. GUIBOURT.

DANS un Mémoire sur les *Sulfo-Sels* inséré dans les derniers Cahiers des *Annales*, M. Berzelius donne un aperçu d'une nouvelle nomenclature chimique qui a beaucoup de rapports avec une nomenclature que je composai il y a quelques années et qui n'a pas été publiée, à l'exception de la partie qui traite des corps binaires, donnée par extrait dans le *Journal de Pharmacie*, tome x, page 325. Dans cet extrait je nomme l'acide hydrosulfurique *sulfide hydrique*, comme M. Berzelius ; je dis *chlorure* et *chloride stannique*, comme lui *chlorure* et *chloride ferrique*; les noms de *sulfure ferreux* et de *sulfure ferrique*, ceux de *sulfide arsénieux* et de *sul-*

fide arsénique sont fondés sur les mêmes principes et s'en déduisent immédiatement : dans la nomenclature des corps ternaires et quaternaires j'emploie aussi le mot *sulfydrates* pour remplacer *hydro-sulfates*; enfin, comme il est évident que la même conformité se retrouvera dans le reste de la nomenclature, il me sera permis sans doute de donner un aperçu de la mienne, ne serait-ce que pour ne pas me laisser perdre entièrement le fruit de mon travail.

Je divise les corps pondérables en six classes fondées sur le nombre de leurs élémens, et je les nomme *corps simples* ou *élémentaires*, *corps binaires*, *ternaires*, *quaternaires*, *quinaires* et *sextaires*. Quoique rien ne paraisse devoir limiter ces classes, cependant jusqu'à présent aucun composé chimique défini ne possède un plus grand nombre d'élémens; et même l'existence des corps sextaires, qui ne comprennent que les hydrocyanates doubles, les sulfo-hydrocyanates et les sélénio-hydrocyanates d'oxide, sera-t-elle contestée par un certain nombre de chimistes qui n'admettent pas que les cyanures doubles et les sulfo-cyanures décomposent l'eau en s'y dissolvant, et ajoutent un nouvel élément (l'oxigène) à ceux qui les composaient déjà.

Je range les corps simples suivant la méthode de M. Ampère, publiée dans les deux premiers volumes de ces *Annales*, sauf deux légères modifications que j'ai motivées dans l'extrait précité. Cette méthode, adoptée également par M. Beudant (*voir* le Cahier de mars dernier), me paraît être la meilleure à suivre aujourd'hui, et je suis d'autant plus étonné qu'elle n'ait pas obtenu l'assentiment de M. Berzelius, qu'elle ne dif-

fère presque de celle donnée par ce célèbre chimiste dans l'*Essai sur la Théorie des proportions chimiques*, page 156, qu'en ce que M. Ampère a divisé en deux séries de genres la série unique de M. Berzelius, ce qui lui a permis de mieux conserver les rapports naturels qui doivent les lier entr'eux ; car les genres de M. Ampère se trouvent avoir été en partie formés par M. Berzelius, par exemple, les *titanides*, les *chrysides*, les *cérides*, les *zirconides*, etc.

Je divise les corps binaires en *ordres* fondés sur l'élément le plus électro-négatif; en *genres* tirés de l'élément positif, et en *espèces* déterminées par les proportions diverses des deux élémens.

Le premier ordre est composé des *oxiques* (oxigène négatif) ; le premier genre comprend les *oxi-carbiques* (carbone positif) ; les espèces sont, dans la nomenclature actuelle, l'oxide de carbone et l'acide carbonique; dans la mienne, l'*oxure carbonique* et l'*oxide carbonique.*

Après les *oxiques* viennent les *phtoriques* (phtore négatif), les *chloriques*, les *iodiques*, les *sulfuriques*, les *séléniques*, etc.

La nomenclature des corps binaires est uniforme pour tous : leur nom n'est composé que de deux mots, le premier pour l'élément négatif, le second pour l'élément positif. Le premier mot prend la terminaison *ide* ou *ure*, suivant que le composé est ou n'est pas acide, et de même que dans la nomenclature de Lavoisier le second mot prend la terminaison *eux* ou *ique* pour indiquer, dans chaque section de corps acides ou non acides, une proportion inférieure ou supérieure de l'élé-

ment négatif. Quelques cas particuliers nécessitent, comme dans la nomenclature actuelle, l'adjonction de la particule *per* ou *hypo* au nom de l'élément négatif.

Ces principes sont si simples que je suis étonné qu'on ne les ait pas proposés plus tôt; de plus, étant dégagés de toute théorie et se réduisant à l'expression des faits, ils permettraient d'espérer une longue stabilité dans le langage de la chimie; c'est en les suivant que je nomme

Oxure hydrique,	l'eau;
Oxide hydrique,	l'eau oxigénée;
Oxide sulfureux,	l'acide sulfureux;
Hypoxide sulfurique,	l'acide hypo-sulfurique;
Oxide sulfurique,	l'acide sulfurique;
Oxure potasssique,	le protoxide de potassium;
Peroxure potassique,	le peroxide de potassium;
Chlorure stannique,	le proto-chlorure d'étain;
Chloride stannique,	le deuto-chlorure d'étain;
Sulfide hydrique,	l'acide hydro-sulfurique;
Azotide carbonique,	le cyanogène.

Voir, au reste, l'article précité.

Les corps ternaires sont divisés en six ordres, comme il suit:

Premier ordre: Un corps simple négatif combiné avec un corps binaire positif; tel est l'acide chloro-cyanique.

Dans ces sortes de composés, le corps binaire jouant le rôle d'un corps simple, leur nomenclature est la même que celle des corps binaires, et je nomme, par exemple, l'acide chloro-cyanique *chloride azocarbique,* la terminaison *ide* du premier mot indiquant l'énergie

acide du composé, et le second étant formé par la contraction du nom de cyanogène, *azotide carbonique*.

Dans le même genre se trouvent :

Le *chlorure oxucarbique*,	phosgène ou gaz chloroxicarbonique ;
Le *chlorure carbydrique*,	huile du gaz oléfiant ;
Le *chlorure bi-carbydrique*,	1 volume de chlore, 2 vol. d'hydrogène per-carboné.

Je doute que l'on puisse trouver une manière plus simple et plus exacte d'exprimer la composition et les rapports réciproques de ces sortes de corps, dont le nombre s'accroît tous les jours et dont la nomenclature actuelle est un véritable chaos.

Deuxième ordre : Un composé binaire négatif et un corps élémentaire positif; *ex.* les cyanures métalliques.

La nomenclature de ces corps est encore soumise aux mêmes principes, et je nomme

Azocarbide hydrique,	l'acide hydrocyanique ;
Azocarbure plombique,	le cyanure de plomb ;
Oxicarbure plombique,	le carbonide de plomb, etc.

Les deux derniers noms sont encore un exemple de la fidélité avec laquelle la nomenclature que je propose exprime les rapports naturels entre les composés chimiques analogues.

Le *troisième ordre* des composés ternaires comprend ceux formés par deux composés binaires qui ont un élément commun ; par exemple, tous les sels qui résultent de la combinaison d'un acide et d'une base oxigénés.

Le nom de ces composés est toujours formé de deux mots ; le premier, résultant de la contraction du nom du corps binaire négatif ou de l'acide, prend la terminaison *ite* ou *ate* dans les mêmes cas que dans la nomenclature de Lavoisier ; le second, dérivé du nom de la base, en garde la terminaison en *eux* ou en *ique*. En voici quelques exemples :

Oxisulfite oxupotassique,	sulfite de protoxide de potassium ;
Oxisulfate oxuferreux,	sulfate de protoxide de fer ;
Oxisulfate oxuferrique,	sulfate de peroxide de fer.

Les noms les plus compliqués de ce genre sont comme celui-ci :

Oxazotite quadri-*oxuplombique* ou *oxazotite* 4 *oxuplombique*, lequel répond à *sub-quadri-pernitrite de protoxide de plomb.*

Les noms que je propose sont presque toujours plus courts que ceux qui leur répondent dans la nomenclature actuelle, et on peut encore les abréger en remplaçant, la seconde fois, le nom du principe négatif commun par un trait (—) qui indique que la répétition en est sous-entendue ; alors les noms précédens deviennent :

Oxisulfate -potassique,
Oxisulfate -ferreux,
Oxisulfate -ferrique,
Oxazotite 4 *-plombique* ;

mais les premiers ont le mérite d'une plus grande exactitude.

Ce troisième ordre des composés ternaires ne com-

prend pas seulement ceux dans lesquels l'oxigène est le principe négatif commun de deux corps binaires (je les nomme *oxiques doubles*) ; il renferme aussi des composés analogues formés par la combinaison de deux chloriques, de deux iodiques, de deux sulfuriques, etc. Ce sont précisément ces derniers composés (les *sulfuriques doubles*) auxquels M. Berzelius vient de donner le nom de *sulfo-sels*. Dans ma classification, j'assimile entièrement tous ces composés à ceux formés par l'oxigène, et je divise le troisième ordre des composés ternaires en familles, de la manière suivante :

1re famille : les *oxiques doubles*.
2e famille : les *phtoriques doubles*.
3e famille : les *chloriques doubles*.
4e famille : les *iodiques doubles*.
5e famille : les *sulfuriques doubles, etc.*

Ces corps suivent le même mode de nomenclature que les oxiques doubles, et je dis :

Chlorydrate chlorucupreux *Chlorydrate — cupreux*	hydrochlorate de protochlorure de cuivre.
Sulfydrate sulfupotassique *Sulfydrate — potassique*	hydrosulfate de sulfure de potassium.

Quelquefois les composés ternaires du 3e ordre se prêtent à un mode de nomenclature qui se tire plus directement du nom de leurs deux composans ; c'est lorsque ces deux composans, au lieu d'être d'une énergie chimique contraire, en ont une semblable, soit négative, soit positive ; car alors le corps ternaire, au lieu d'être considéré comme un *sel* résultant de l'union

d'un acide avec une base, peut être regardé comme un *acide* ou comme une *base double*. Par exemple, il existe un composé d'acide nitrique (*oxide azotique*) et d'acide iodique (*oxide iodique*), qui pourrait se nommer *oxi-azotate oxiodique* ou *oxazotate-iodique;* mais il vaut mieux l'appeler *oxide azoti-iodique*. On forme de la même manière les noms

Oxure alumini-calcique,	composé d'alumine et de chaux ;
Chloride sulfi-stannique,	corps formé de chloride sulfurique et de chloride stannique ;
Sulfure stanni-potassique,	sulfure double d'étain et de potassium, etc., etc.

Le quatrième ordre des composés ternaires comprend ceux qui sont formés de deux corps binaires qui ont l'élément le plus positif commun. Je n'en citerai qu'un exemple dont M. Berzelius soupçonne seulement l'existence, mais que j'ai formé et décrit il y a long-temps; c'est le *chloro-sulfure hydrargyrique*, corps formé de deuto-chlorure et de deuto-sulfure de mercure.

Le cinquième ordre des composés ternaires comprend ceux qui sont de nature organique, et c'est par un exposé de la méthode que je propose pour eux que je terminerai cet extrait fort aride et déjà trop long; ce que j'ai dit jusqu'ici suffira, je pense, pour faire concevoir la manière dont je procède à la classification et à la nomenclature des corps quaternaires et quinaires.

Composés ternaires organiques.

1re famille.	*Acides.*	Nomenclature actuelle.
2e ———	*Glucides.*	Exemp. Olivile, glycyrhile, oléile.
3e ———	*Saccharides.*	Saccharite, avite, mannite.
4e ———	*Gommides.*	Gommite, adraganthite, bassorite.
5e ———	*Amylides.*	Inulite, amidonite.
6e ———	*Lignides.*	Hordéite, subérite, lignite.
7e ———	*Colorides.*	Ulmin, gallin, gentianin, hématin.
8e ———	*Résinides.*	Guajacime, pinime, courbarime, succinime.
9e ———	*Oléides.*	Elaïme, stéarime, cholestérime.
10e	*Odorides.*	Anisime, camphorime, coumarime.
11e	*Alcoolides.*	Pyracetime, alcoolime, éthérime.

Appendice général. Produits végétaux glucidés, saccharidés, gommidés, coloridés, résinidés, oléidés, odoridés, alcoolidés.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 19 *juin* 1826.

M. Despretz fait part de différentes expériences qu'il a commencées sur la chaleur dégagée dans la combustion.

M. Servoz envoie une fiole d'une encre indélébile de sa composition. MM. Durosiez, père et fils, adressent de même des échantillons d'écriture qu'ils supposent inattaquables. M. Maygrier dépose un paquet cacheté contenant la description d'instrumens lithontripteurs de son invention.

M. Arago rend un compte verbal de deux Mémoires de M. Brewster relatifs, l'un aux observations thermométriques faites au fort de Leith; l'autre aux pouvoirs réfractifs des liquides contenus dans certains minéraux. (*Voyez* ci-après un extrait de ce dernier Mémoire.)

M. Fresnel rend un compte verbal de la réclamation adressée par M. Trollé, concernant les paragrêles.

M. Damoiseau fait un rapport sur un nouvel instrument de perspective inventé par M. Boscary.

M. Magendie lit une Note concernant l'application directe du galvanisme aux nerfs de l'orbite, et sur l'emploi de ce moyen pour le traitement de l'amaurose. Il résulte de ses expériences que la piqûre des branches orbitaires de la cinquième paire n'est point dangereuse; qu'elle fait éprouver un sentiment analogue à celui qui résulte du froissement du nerf cubital; enfin que l'application du galvanisme aux branches frontale et lacry-

male du nerf ophthalmique peut être utile dans le traitement des amauroses incomplètes.

MM. Thenard et Blainville font un rapport sur une nouvelle manière de dessiner au trait sur la pierre, inventée par M. Paul Laurent.

(*Voyez* ce rapport ci-après.)

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire sur la Couleur verte des végétaux.

Séance du lundi 26 juin.

M. Corout, manufacturier, adresse la description d'un nouveau métier mécanique à rotation continue, susceptible de tisser des étoffes d'espèce et de dimensions variées.

M. Dupetit-Thouars présente diverses observations au sujet des procédés lithographiques.

L'Académie entend ensuite la lecture d'une Note de M. Dutrochet sur une fontaine périodique du département du Jura, appelée *la Fontaine ronde*; d'un Mémoire de sir William Rawnson sur la nouvelle machine à feu de Perkins; d'un Mémoire de M. Collard, de Martigny, concernant l'action du gaz acide carbonique sur l'économie animale.

Séance du lundi 3 juillet.

M. Arago communique plusieurs résultats auxquels il est arrivé depuis long-temps concernant l'action que les substances les plus diverses exercent sur l'aiguille aimantée quand elles sont en mouvement; il en tire la conséquence que la théorie qu'on a donnée de ces phénomènes est inadmissible. (*Voyez* le Cahier de juillet.)

M. Poisson annonce qu'il a rédigé un Mémoire théorique sur ce genre de questions, et qu'il le lira dans la prochaine séance.

L'Académie reçoit : une lettre du Ministre de l'Intérieur sur le tremblement de terre qu'on a ressenti à Saint-Brieuc le 14 avril dernier; un Mémoire sur le calcul des mouvemens des planètes, par M. Maüroff, conseiller d'Etat à Pétersbourg; des Observations sur le miel commun, par M. Housset, négociant de Bordeaux; une lettre de M. Deshayes annonçant que des circonstances malheureuses l'obligent de suspendre la publication de son ouvrage sur les coquilles.

M. de La Billardière rend un compte verbal du tome II de l'*Histoire philosophique, littéraire et économique des plantes de l'Europe*, par M. Poiret.

M. d'Arcet réfute complètement les assertions contenues dans une lettre pseudonyme adressée à l'Académie dans la dernière séance, concernant l'emploi du bi-carbonate de soude.

On lit un Mémoire de M. Balard, pharmacien de Montpellier, sur une Substance nouvelle contenue dans l'eau de mer, et qu'il appelle *brôme*. (*Voyez* le Cahier d'août, tome XXXII, page 337.)

M. Raspail donne lecture d'un Mémoire sur l'Hordéine, le gluten et la difficulté d'isoler les différens principes dont se compose une farine par les procédés en grand.

Séance du lundi 10 juillet.

MM. Bories et Gay demandent à être portés sur la liste des candidats à la place vacante à l'Ecole de Pharmacie de Montpellier.

M. de Montlivault adresse un nouveau Mémoire sur la Cosmologie.

M. Gaudin avait envoyé à l'Académie des Réflexions sur la nature du calorique; M. Fresnel en rend un compte peu favorable.

M. Poisson donne lecture de son Mémoire sur les Phénomènes du magnétisme en mouvement. (*Voyez* le Cahier de juillet.)

M. Civiale rend compte de quelques perfectionnemens qu'il a apportés dans la construction des instrumens lithontripteurs.

Séance du lundi 17 juillet.

Le Ministre de l'Intérieur envoie à l'Académie un fragment d'aérolithe tombé récemment dans les environs de Castres. On priera Son Excellence de vouloir bien demander qu'on lui fasse connaître les particularités qui ont accompagné la chute du météore.

M. Amussat écrit qu'il avait déjà fait exécuter un instrument semblable à celui que M. Civiale a présenté dans la dernière séance. M. Meirieux adresse, pour son propre compte, une réclamation semblable.

M. Collard de Martigny dépose un paquet cacheté.

M. Lavocat demande des renseignemens sur l'emploi des roues à tympan.

M. Magendie présente, au nom de M. Amussat, une nouvelle sonde, dite *acoustique*, qui sert à reconnaître par l'effet du son la présence des calculs dans la vessie.

M. de Humboldt communique la découverte faite

récemment par M. Boussingault du gisement du platine. (*Voyez* le Cahier de juillet, tome XXXII.)

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire intitulé : *Recherches sur les parties qu'on doit nommer* organes dans les végétaux.

M. Beaufond, de la Martinique, avait présenté le plan d'un moulin à air ; les conclusions du rapport fait aujourd'hui par M. Navier sont que ce moulin ne peut être approuvé.

M. Paravey lit un Mémoire sur l'Origine commune des chiffres et des lettres dont les différens peuples ont fait usage.

Séance du lundi 24 juillet.

M. Thenard rend un compte verbal de l'ouvrage de M. Alibert sur les eaux minérales.

M. Taillefert adresse un Mémoire sur une nouvelle méthode pour traiter la fistule lacrymale.

Sur l'avis affirmatif de la Section de Chimie, l'Académie décide à l'unanimité qu'il y a lieu à procéder au remplacement de M. Proust.

MM. Prony, Arago, Girard et Dupin font le rapport dont l'Académie les avait chargés sur la proposition de M. de Prony, tendant à faire admettre deux nouvelles unités, l'une pour la distribution des eaux, l'autre pour l'évaluation de la force des machines.

La discussion du rapport et des conclusions est renvoyée à une autre séance.

M. Raymond, horloger, lit un Mémoire intitulé : *Exposition et développement d'un nouveau système de*

balancier à compensation applicable aux horloges les plus propres à mesurer le temps avec uniformité.

M. Moreau de Jonnès présente des aperçus statistiques sur l'étendue et la valeur du commerce du coton.

RAPPORT *fait à l'Académie des Sciences, dans la séance du* 19 *juin, sur une nouvelle manière de dessiner au trait sur la pierre, communiquée par M.* Paul Laurent, *peintre, ancien élève de l'Ecole Polytechnique.*

L'ACADÉMIE nous a chargés, M. Thenard et moi, de lui faire un rapport sur une nouvelle manière de dessiner au trait sur la pierre, que lui a communiquée M. Paul Laurent, peintre, ancien élève de l'Ecole polytechnique, et professeur de dessin à l'Ecole forestière de Nancy. On a déjà essayé plusieurs fois d'appliquer à l'histoire naturelle la lithographie, ce moyen si simple et si peu dispendieux de multiplier un dessin original; malheureusement jusqu'ici, du moins en France, les détails un peu fins des portraits d'animaux ou de végétaux, et spécialement ceux de leur organisation, n'ont pas été rendus d'une manière bien satisfaisante, surtout dans des dimensions peu considérables, ce qui tient essentiellement à ce que l'encre lithographique ne peut jamais être d'une liquidité parfaite pour l'emploi des plumes très-fines; et d'ailleurs on était obligé d'employer beaucoup de temps pour avoir un simple trait fort délicat. La lenteur et l'inexactitude

du procédé étaient encore considérablement augmentées par la manière dont on transportait sur la pierre le dessin original, puisqu'on était obligé d'obtenir un décalque par l'emploi de la poudre de sanguine dont on avait préalablement rougi le dos du dessin, en passant dans tous les traits une pointe sèche qui laissait sur la pierre le trait de celui-ci. Il fallait ensuite reprendre ce trait avec l'encre lithographique, et ce n'était qu'après tout ce travail préalable qu'on pouvait continuer le dessin et le terminer. Ce dessin était donc une troisième copie de l'original qui était nécessairement plus ou moins altérée dans ses différentes traductions. Il fallait un temps considérable pour l'obtenir, et l'on n'avait, en général, que des linéamens assez grossiers, le plus ordinairement avec un agrandissement sensible. M. Laurent a cherché à perfectionner l'emploi de la lithographie en histoire naturelle, en obviant à ces différens inconvéniens. Après plusieurs essais plus ou moins infructueux dont il rend compte dans la Note communiquée à l'Académie, voici le procédé auquel il s'est arrêté, et qui est imité de celui des graveurs sur cuivre.

Il décalque le dessin original avec du papier gélatine aussi transparent que du verre, ce qui lui a valu quelquefois le nom de *papier glace*, absolument comme font les graveurs à l'eau forte, en suivant tous les traits du dessin avec une pointe sèche plus ou moins fine; mais au lieu de remplir avec de la poudre de sanguine les sillons qui ont été formés à la surface du papier par la pointe sèche, il emploie du crayon lithographique. Pour cela, le calque étant fait avec soin, collé ensuite

par les bords sur un carton ou sur une planche, on étend dessus avec un linge très-fin une pâte assez dure formée avec de l'encre lithographique dissoute dans l'essence de térébenthine, et que l'on obtient très-bien dans une cuiller exposée à la flamme d'une bougie. Cela étant fait, on essuie le calque jusqu'à ce que, le frottant très-fort avec un linge blanc, celui-ci n'offre plus la plus légère teinte de noir. Il n'y a plus maintenant qu'à transporter le trait ainsi noirci sur la pierre, à l'aide de la presse, comme le font les graveurs sur cuivre. Pour cela, M. Laurent place dans une presse verticale de papetier la pierre et le calque mis en contact, avec le soin de placer sur celui-ci 20—25 feuillets de papier trempé dans de l'eau tenant en dissolution du muriate de chaux calciné. Sur ce dernier papier on met une pierre, et pour empêcher qu'elle ne se brise, ainsi que celle sur laquelle on doit dessiner, on les intercale à deux matelas de papier d'un pouce d'épaisseur au moins. On presse et on laisse la pierre en action pendant une heure; on enlève le papier dont la dernière feuille reste collée au calque gélatine qui lui-même adhère plus ou moins fortement à la pierre. Que ce calque s'enlève sans difficulté, ou bien qu'on soit obligé, à cause de son adhérence, de le fondre par l'action de l'eau chaude, on finit toujours par avoir le dessin sur la pierre. Ainsi, avant de le retoucher, s'il en est besoin, il suffira de bien laver celle-ci à l'eau froide jusqu'à ce qu'il ne reste plus de trace de gélatine. Le crayon ne risque plus de se dissoudre, à cause, dit M. Laurent, de l'action du muriate de chaux dont la base a formé avec l'huile de savon un savon inso-

luble, tandis que la soude s'est combinée avec l'acide hydrochlorique, et compose un sel soluble qui a été emporté par le lavage. Ce muriate de chaux doit en outre agir en mouillant le calque, et en facilitant sa séparation d'avec l'encre grasse laissée sur la pierre.

Telle est la manière ingénieuse et prompte avec laquelle M. Laurent obtient un trait bien fini, bien terminé à l'encre lithographique sur la pierre. En le retouchant au poinçon et en dessinant les ombres au crayon, le dessin aura toute la netteté et toute l'exactitude desirable. L'auteur assure s'être déjà servi de ce nouveau procédé avec beaucoup d'avantage; et, comme preuve, il a joint à sa Note de petits dessins où tous les détails sont presque aussi bien rendus qu'à l'eau forte.

Vos Commissaires, malgré cela, ont desiré qu'on fît quelques essais sous leurs yeux, et ils en ont chargé M. Prevost, peintre d'histoire naturelle, élève de M. Huet, maître de dessin au Jardin du Roi, et M. Noël, lithographe habile. Après plusieurs essais, ils ont obtenu les résultats tels que M. Laurent les a annoncés; mais ils n'ont jamais pu imprimer le décalque immédiatement; il a toujours fallu une retouche préalable. Ils ont même cherché quel était le moyen d'obtenir un décalque plus pur et qui demanderait le moins de retouche. Ils ont trouvé que c'est en employant une encre ainsi composée : savon, un quart; suif de mouton, un demi; cire jaune, une partie; mastic en larme, un demi; noir de fumée, q. s.; le tout fondu sur un feu doux, bien mélangé, réduit à la consistance d'une crême épaisse, en y mêlant parties égales de térébenthine et de lavande.

Ils ont aussi cru devoir substituer une planche bien épaisse et bien droite à l'emploi de la pierre supérieure proposée par M. Laurent dans l'action de la presse.

D'après cela, vos Commissaires pensent que la nouvelle manière de dessiner au trait sur la pierre, que vous a communiquée M. Laurent, est réellement fort avantageuse, surtout pour les dessins d'anatomie, d'histoire naturelle, d'architecture, d'ornemens, et, en général, pour tous les dessins compliqués et de petite dimension, d'abord en ce qu'elle est plus expéditive, et ensuite en ce qu'elle rend le dessin original d'une manière bien plus exacte, sans agrandissement ni réduction sensibles et dans le même sens. En conséquence, ils croient que M. Laurent ne saurait trop tôt rendre public son procédé, afin qu'il atteigne, par les recherches des lithographes, toute la perfection dont il peut encore être susceptible.

Signé THENARD, DE BLAINVILLE.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

EXAMEN *chimique d'un Papier collé dans la cuve de fabrication.*

PAR Mr HENRI BRACONNOT.

On sait que, quand le papier a éte fabriqué et séché, on le colle en le plongeant dans une dissolution de gélatine; mais cette opération délicate, souvent contra-

riée par le vent, le froid et le chaud, expose le papier à se rider pour peu que la température de la dissolution de gélatine soit trop élevée, ou à se putréfier si la dessiccation n'a pas été faite assez promptement; d'ailleurs il ne prend pas toujours bien également la colle, ce qui nécessite sa refonte. Il serait donc d'une haute importance pour la papeterie de trouver un moyen de coller la pâte dans la cuve même où elle a été délayée. Beaucoup d'essais ont déjà été faits à cet égard, mais sans succès. On a cependant réussi dans une fabrique. Un papetier du département des Vosges m'a fait remettre une feuille de ce papier collé dans la cuve de fabrication avec prière de rechercher les matières qui ont servi à le coller. Je l'ai soumis aux essais suivans: bouilli avec de l'eau pure, il donne une liqueur qui rappelle au bleu le papier teint en rouge par le tournesol, ce qui décèle une matière alcaline. L'infusion de noix de galle trouble à peine sa transparence, d'où il suit qu'elle ne contient point de gélatine; mais l'iode y développe une couleur bleue très-intense, qui indique l'amidon ou la colle de farine.

Douze grammes du même papier ont été mis en ébullition pendant environ un quart d'heure avec de l'eau aiguisée d'acide sulfurique; on a exprimé la liqueur dans un linge fin, et on a bien lavé à l'eau bouillante la pâte du papier; desséchée, elle ne pesait plus que 11,16 grammes. La liqueur acide réunie aux eaux de lavage, a été saturée par le carbonate de chaux; puis, après avoir été filtrée, on l'a fait évaporer partiellement afin d'en séparer la plus grande partie du sulfate de chaux : rapprochée ensuite à siccité, il est resté un

résidu jaunâtre d'apparence gommeuse du poids de 0,67 grammes. Cette matière, chauffée dans une capsule de platine, s'est boursoufflée en répandant une odeur de pain grillé, et a laissé une cendre qui contenait du sulfate de chaux et un sulfate à base d'alcali fixe que je n'ai point déterminé. La dissolution dans l'eau de cette matière, d'apparence gommeuse, n'était que faiblement précipitée par l'infusion de galle; avec l'iode, elle a développé une belle couleur violette très-foncée. Ce n'était donc que de l'amidon légèrement modifié. Les 11,16 grammes du papier qui ont résisté à l'action de l'eau bouillante aiguisée d'acide sulfurique ont été chauffés avec une légère dissolution de potasse; la liqueur exprimée bouillante était d'une couleur jaunâtre, transparente; mais elle est devenue un peu louche en refroidissant : elle moussait comme de l'eau de savon. On a versé un peu d'acide sulfurique affaibli dans cette liqueur pour saturer la potasse, et elle est devenue laiteuse en laissant déposer une matière floconneuse qui ne s'est point rassemblée par la chaleur. Elle pesait près de 0,2 grammes après la dessiccation sur la capsule, qui était enduite d'une matière grasse; elle a été lavée ainsi que la matière floconneuse avec de l'alcool qui a pris une couleur brunâtre et s'est chargé de la matière grasse. Le résidu insoluble dans l'alcool était formé en grande partie d'amidon qui avait échappé à l'action de l'eau acidulée bouillante. La liqueur séparée des 0,2 grammes de matière floconneuse grasse par l'acide sulfurique contenait aussi de l'amidon; car, évaporée pour faire cristalliser la majeure partie du sulfate de potasse, elle a donné une eau mère jaunâtre qui

bleuissait fortement avec l'iode, et il s'est rassemblé un sédiment brunâtre contenant encore de l'amidon; distillé dans un tube de verre, il a donné un produit liquide alcalin qui a rappelé au bleu le papier rougi par le tournesol, ce qui me paraît dû au gluten contenu dans la farine de céréale qui a servi à coller le papier dont il s'agit. Je reviens au liquide alcoolique brunâtre, provenant du lavage de la matière floconneuse. Evaporé, il a laissé environ 0,1 gramme d'une matière grasse un peu poissante, d'un brun jaunâtre, ayant à-peu-près la consistance du sain-doux. Sa combinaison avec la potasse était très-colorée et avait une saveur amère, ce qui m'a fait soupçonner la présence d'une résine; pour vérifier si mon soupçon était fondé, je l'ai fait chauffer avec de l'eau et une très-petite quantité de magnésie pour saturer les acides gras; j'ai ensuite traité le résidu par l'alcool bouillant, qui a laissé, après son évaporation, un léger enduit vernissé reconnaissable pour une résine.

Cinq grammes du papier collé dans la cuve de fabrication ont laissé, après leur combustion, 0,06 grammes d'une cendre ferrugineuse qui contenait aussi une quantité très-notable de manganèse; car, fondue avec la soude au feu du chalumeau, elle a donné un verre d'un beau bleu. Cette cendre ne fait point d'effervescence avec les acides. Chauffée jusqu'au rouge avec l'acide sulfurique et le résidu délayé avec un peu d'eau, était peu sapide au moment du mélange; mais au bout de vingt-quatre heures la liqueur a contracté un goût styptique très-prononcé, et l'ammoniaque y a formé un précipité d'alumine gélatineuse; d'où il résulte qu'on a fait entrer

de l'alun dans la pâte de ce papier. D'après ce que nous venons d'exposer, nous pensons qu'au lieu d'espérer d'obtenir un résultat satisfaisant, en procédant ainsi qu'il suit pour coller la pâte du papier dans la cuve de fabrication, sur cent parties de pâte sèche convenablement délayée dans l'eau on ajoutera une dissolution bouillante et bien homogène de huit parties de farine (1), ainsi qu'une partie de savon blanc, aussi préalablement dissous dans l'eau chaude : d'autre part, on fera chauffer une demi-partie de galipot avec la quantité suffisante de dissolution de potasse rendue caustique par la chaux pour dissoudre entièrement cette résine ; et après avoir mélangé le tout il ne s'agira plus que d'y verser une dissolution d'une partie d'alun.

J'ai appliqué en couches minces sur du papier gris l'empois résultant de l'union intime des matières que je viens de désigner, et il a été parfaitement collé. Il paraît qu'en introduisant des matières grasses et résineuses dans la pâte du papier, on a principalement pour objet d'y fixer et d'y agglutiner en quelque sorte la colle afin de l'empêcher de sortir par la pression.

---

(1) Il me paraît que pour obtenir une dissolution parfaitement homogène de la farine dans l'eau bouillante il conviendrait peut-être d'y ajouter une certaine quantité de potasse caustique.

NOTICE *sur le Sulfate de soude cristallisé trouvé en Suisse, dans le canton d'Argovie.*

PAR M. CHARLES DE GIMBERNAT,
Membre des Sociétés linnéenne et géologique de Londres.

AYANT observé des effervescences salines dans un tas de gypse qu'on exploite par deux galeries à un quart de lieue du village de Muhligen sur la rive gauche de la Reuss, j'ai eu la curiosité d'examiner la galerie du côté septentrional de laquelle il provenait, et j'ai vu, à la faveur de la lampe, que les surfaces de la roche récemment taillée étaient parsemées de plaques éclatantes, comme aux mines de sel gemme. J'ai reconnu à la saveur que ces cristaux sont du *sulfate de soude*, et que la poudre blanche qui tapisse les parois de la galerie est le même sel tombé en efflorescence, en perdant son eau de cristallisation par le contact de l'air. La longueur de ladite galerie est d'environ 320 pieds, sa largeur de 6, et la hauteur moyenne de 13 pieds. Depuis son entrée au bord de la Reuss jusqu'à l'exploitation actuelle, on a percé plusieurs bancs de gypse compact, grenu et écailleux, blanc grisâtre, sans sel. C'est au commencement de 1825 qu'on a traversé des bancs salifères situés au-dessous des premiers; des paysans qui exploitent ce gypse pour leur propre compte n'y firent pas attention, de sorte qu'on ignorait l'*existence du sulfate de soude natif* en Argovie quand j'en ai envoyé des échantillons à la Société des Sciences naturelles dudit canton, accompagnés d'une Notice sur son gisement et indiquant la manière de diriger les tra-

vaux pour poursuivre des recherches qui pourraient bien amener à trouver du sel marin.

Il y a trois bancs de gypse secondaire parsemés de *sulfate de soude cristallisé*, et séparés par une mince interposition de marne feuilletée, laquelle renferme aussi ledit sel, mais en moindre quantité que le gypse.

Le premier banc, c'est-à-dire le supérieur, a une épaisseur de plus de trois pieds, le second cinq, et le troisième, qui n'était qu'entamé, présentait une section de deux pieds; ainsi la *formation salifère* présentait à ladite époque environ 10 pieds d'épaisseur. On ignore sa profondeur, les bancs étant en position presque verticale.

En disant que le sel y est disséminé, il est entendu qu'il ne se trouve pas en filons ni en bancs intercalés au gypse, et qu'il est de *formation contemporaine* à cette roche. Il s'y trouve en plaques ou concrétions cristallines, de plusieurs lignes d'épaisseur, parsemé irrégulièrement dans ladite roche.

La coexistence du sulfate de chaux et du sulfate de soude dans ce gypse n'est pas moins singulière que l'union binaire de l'acide sulfurique avec lesdites bases dans la *glaubérite*, composée dans ces deux sulfates jusqu'à dose égale en combinaison intime.

Dans le gypse de Muhligen, au contraire, cette double combinaison se trouve séparément, puisqu'il n'y a pas un atome de chaux dans le *sulfate de soude*, ni de cet alcali dans le *sulfate de chaux*. Ils sont tellement séparés qu'il est facile de détacher du gypse des cristaux de sulfate et de soude dont l'adhérence est très-faible; chose surprenante si on considère qu'ils ont été dissous ensemble et solidifiés en même temps.

Ce sulfate de soude n'est point cependant toujours sans mélange, car il contient, quoique rarement, un peu de fer et d'hydrochlorate de soude, comme l'atteste la teinte bleuâtre produite par l'hydro-cyanate de potasse, et le précipité floconneux pesant formé par le nitrate d'argent dans sa solution.

M. Frey d'Aarau, habile chimiste, à qui j'ai envoyé une livre dudit sel, en a fait l'analyse par commission de la Société cantonale de l'Argovie. Il a non-seulement constaté la présence, mais aussi déterminé les doses de deux sels dans 100 parties, comme il suit :

Sulfate de soude sec,	44,4425 ;
Hydrochlorate de Soude,	0,1004 ;
Eau de cristallisation,	55,4571.
	100,0000.
Fer,	une trace indéterminable.

Je n'ai pas trouvé constamment l'hydrochlorate de soude et le fer ; M. Viguet, habile chimiste à Genève, non plus. La proportion de sulfate de soude dans ce gypse ne peut être déterminée parce qu'il y est parsemé très-irrégulièrement. Les recherches que j'ai faites m'ont donné différentes doses, entre $4\frac{1}{2}$ et 10 pour 100.

La propriété du sulfate de soude de perdre son eau de cristallisation au contact de l'air rend difficile de conserver des échantillons du gypse avec des cristaux de ce sel, lesquels passent à l'état d'efflorescence, qui donne la fausse idée d'une formation saline par épigynie.

Je les ai préservés de tomber en poudre en les enfermant dans des tubes de cristal bien bouchés.

Le terrain salifère que je décris fait partie du côté méridional du Jura, et il est stratifié en bancs qui s'étendent du nord-est au sud-est en position oblique, formant des angles qui varient jusqu'à 90° s'élevant vers le nord-est. L'inclinaison du gypse salifère est de 70° à 80°.

Cette formation est la huitième dans la série des roches qui composent la pente méridionale du Jura, en commençant leur énumération par celle qui en constitue l'enveloppe externe, le *calcaire conchoïde coquillier.*

Comme l'objet de la présente Notice n'est pas la description géognostique du Jura, je me borne à indiquer les roches entre lesquelles se trouve le gypse imprégné de sulfate de soude cristallisé. Il est posé entre des bancs presque verticaux de la même espèce de chaux sulfatée qui ne contiennent point de sel, et qui sont superposés à d'autres bancs de calcaire secondaire, grenu, écailleux et caverneux, sans pétrifications, dont la stratification est *concordante.*

Au-dessus de la chaux sulfatée se trouve la marne alumineuse, feuilletée, noire, chargée de fer sulfuré, et dans laquelle sont intercalés plusieurs bancs de chaux carbonatée-marneuse et coquillière.

Plusieurs auteurs de minéralogie ne font pas mention de la *soude sulfatée*, parce que ce sel ne s'était pas encore trouvé cristallisé en formation spéciale dans les roches de montagnes connues, quoiqu'on le rencontre mêlé à l'hydrochlorate de soude, dans les salines d'Hallein, de Berchtesgaden, de Hallstadt, d'Autriche et d'autres pays.

Haüy a décrit la soude muriatique, la boratée et la carbonatée, et il n'a pas fait mention de la sulfatée. Léonhard parle seulement d'efflorescences de ce sel; Thomson dit qu'on en trouve en Bohême, mêlé à trois autres sels, savoir, l'hydrochlorate de soude, le carbonate de soude et le carbonate de chaux; mais c'est un mélange déposé par l'eau minérale d'Eger.

La découverte de ce sel cristallisé à Muhligen est assez intéressante sous le rapport géognostique, parce qu'elle rend très-probable l'existence de sel marin en Suisse, dans la formation de gypse et de marne qui traverse le canton d'Argovie. Outre cette considération importante, elle rend superflue l'hypothèse imaginée pour expliquer l'existence du sulfate de soude dans les eaux minérales, et dans quelques lacs de l'Autriche, de la Hongrie et de la Sibérie. Le célèbre Klaproth l'attribuait à la décomposition de l'hydrochlorate de soude par l'acide sulfurique dégagé, dans le sein de la terre, du fer sulfuré ou de la combustion du soufre; supposition que le savant Berzelius a reproduite dans ses intéressantes observations sur l'eau de Carlsbad. Il est possible qu'elle soit un jour confirmée par des observations, sans lesquelles il n'y a point de science; car la vérité est dans les choses et n'est pas dans les opinions.

Mais puisque nous savons maintenant qu'il y a du sulfate de soude cristallisé dans le Jura, il est plus vraisemblable que les eaux qui en contiennent s'en sont chargées en traversant des roches dans lesquelles ce sel existe comme à Muhligen.

Je citerai à l'appui de cette opinion les eaux de Baden et de Schinznach, qui jaillissent de la même formation

à une heure de distance dudit village, la première du côté du levant, la seconde vers le couchant, et lesquelles sont chargées de sulfate de soude et de chaux, plus d'hydrochlorate de soude en moindre dose. Plusieurs autres eaux thermales de la même espèce, dans d'autres contrées, sortent aussi directement du gypse ou de la chaux carbonatée, de formation salifère identique à celle de Muhligen.

Sur *les Pouvoirs réfringens de deux nouveaux fluides contenus dans les cavités de certains minéraux.*

Par M. David Brewster.

(Extrait.)

C'est dans des topazes et des améthystes que M. Brewster a découvert les deux fluides qui font l'objet de son Mémoire; les pouvoirs réfringens ont été déduits, conformément à la méthode du Dr Wollaston, de l'observation de l'angle sous lequel s'opère la réflexion totale sur les parois de la cavité où les fluides sont contenus. Voici les résultats :

Table des Rapports du sinus d'incidence au sinus de réfraction.

Deuxième nouveau fluide contenu dans une cavité d'une topaze qui était remplie par un autre nouveau fluide à la température de + 28°,3 centigr... 1,2946.

Nouveau fluide dans l'améthyste, qui remplit toute la cavité à + 28°,6............ 1,2106.

Nouveau fluide EXPANSIBLE de la topaze, contenu dans la même cavité que le précédent.................................. 1,1311.

Voici quelques termes de comparaison :

Eau pure.................................. 1,3358.

Cyanogène rendu fluide par compression.. 1,316.

Glace.................................. 1,3085.

Tabasheer blanchâtre, de Nagpore...... 1,1825.

Tabasheer transparent................. 1,1503.

Un autre échantillon................... 1,1454.

Tabasheer transparent de Vellore........ 1,1111.

Ether dilaté jusqu'à trois fois son volume primitif................................ 1,057.

M. Brewster rapportait, dans son premier Mémoire (voyez *Ann.,* t. XXIII), qu'un fragment de cymophane d'un septième de pouce carré contenait plus de 30000 cavités, visibles au microscope composé. Ce résultat avait excité quelques doutes : M. Brewster affirme cependant que le nombre 30000 est au-dessous de la vérité.

Ces cavités microscopiques sont ordinairement disposées par couches qui n'ont pas les rapports de position admis précédemment par l'auteur, avec les faces primitives ou secondaires du cristal ; les couches règnent dans tous les sens et se traversent mutuellement sous tous les angles possibles.

Sur un cristal appartenant à M. Sanderson, chaque cavité principale consiste en une série de cavités de différentes longueurs, terminées par des lignes parallèles et communiquant entr'elles à l'aide de canaux si étroits

qu'ils échappent presque aux meilleurs microscopes. Dans ces cavités, le plus dense des deux fluides est réuni dans les canaux les plus capillaires, dans tous les étranglemens et dans les angles; le fluide expansible, au contraire, occupe les espaces les plus larges. Quand on échauffe la masse cristalline avec la main, le premier fluide quitte les angles et se mêle au second; si la température diminue, il revient à ses positions primitives.

Lorsque les cavités présentent une cristallisation régulière, ce qui arrive souvent dans les quarz et les topazes, leurs faces sont parallèles aux faces homologues des cristaux primitifs ou secondaires auxquels elles ressemblent. Dans quelques échantillons curieux de quarz du Brésil, M. Brewster a vu des cavités terminées par des pyramides à six faces, tronquées, et dont l'axe était parallèle à celui du cristal.

Le fluide expansible paraît exercer quelquefois une assez forte pression sur les parois des cavités qui le renferment, comme le prouve le fait suivant : un fils de M. Sanderson ayant placé un cristal de quarz de Quebec dans sa bouche, l'augmentation de température qui en résulta amena une rupture brusque de l'échantillon; l'enfant fut assez grièvement blessé; le liquide qui s'échappa de la cavité avait un goût très-désagréable.

En appliquant une forte chaleur à un autre échantillon de quarz, on vit le même liquide s'ouvrir graduellement un chemin à travers la substance du cristal, et se dissiper définitivement dans l'air, sans laisser aucune trace de son passage.

Dans un cristal de quarz du Brésil appartenant à M. Spaden, une cavité d'environ un dixième de pouce de long est au tiers remplie d'une poudre blanche, composée de parties cristallines qui coulent, lorsqu'on renverse le cristal, sur la surface de la bulle d'air que la cavité renferme aussi, comme le sable sur les parois de l'ampoulette des marins. Dans d'autres échantillons examinés par l'auteur, on aperçoit, outre les petites sphères mobiles dans les cavités, un grand nombre de sphères semblables disséminées dans toute la masse du cristal.

Dans le mois d'octobre 1825, pendant un froid très-intense, M. Brewster découvrit, à l'aide du microscope, de nombreuses cavités dans des masses de glace; ces cavités renfermaient *de l'eau liquide et de l'air.*

Quand une de ces cavités est très-voisiné de la surface extérieure de la glace, l'air s'échappe, à travers la substance solide, dans la direction de la moindre résistance, comme dans le cas du cristal de roche échauffé; et immédiatement après, l'espace que cet air occupait se trouve rempli de glace.

Voici une expérience, non moins remarquable, faite par M. William Nicol. Ce professeur s'étant procuré un cristal de sulfate de baryte qui renfermait une assez grande cavité, l'usa sur une pierre sèche polie; la cavité éclata bientôt, et le liquide qu'elle contenait sortit par petites gouttelettes de la fissure et se répandit sur la face usée. Vingt-quatre heures après, *chaque goutte était devenue un cristal de sulfate de baryte,* ayant la forme primitive de ce minéral, et un volume qui paraissait égal à celui du liquide primitif.

M. Brewster pense que l'obstacle à la cristallisation du sulfate de baryte dans l'échantillon de M. Nicol et à celle de l'eau dans les fragmens de glace examinés par lui-même était la grande pression qu'éprouvaient ces liquides avant la rupture des cavités qui les renfermaient !

NOTE *en réponse aux nouvelles observations de M.* Dupuy.

Par MM. A. BUSSY et L.-R. LECANU.

LA publication du premier travail de M. Dupuy a donné lieu de notre part à diverses observations qui, n'ayant pu trouver place dans les *Annales de Chimie*, ont été insérées dans le *Journal de Pharmacie*, année 1825, page 414. C'est à ces observations que M. Dupuy s'est proposé de répondre dans le nouveau travail qu'il vient de publier sous le titre de *Supplément à mon premier Mémoire sur la distillation des Corps gras*.

Il eût été à désirer que l'auteur, dans son travail, eût rapporté textuellement les passages auxquels il se proposait de répondre, et cela devait lui sembler d'autant plus convenable que nos observations n'avaient pu être insérées dans le recueil où il publiait sa réponse; mais nous tâcherons de suppléer à ce qu'il aurait dû faire.

M. Dupuy dit dans son premier Mémoire :

« Je crois pouvoir conclure de mes recherches que lors-

qu'on distille dans les mêmes circonstances (c'est-à-dire avec le contact de l'air), mais à une température suffisante pour faire bouillir les corps gras, le produit condensé est *constamment* liquide lors même qu'on opère sur des corps très-abondans en stéarine, tels que le *suif*. »

Comme ce résultat est opposé à celui que nous avions précédemment annoncé dans notre premier Mémoire, où nous disions que le produit de la distillation rapide du suif est complètement solide, nous crûmes pouvoir relever l'erreur de M. Dupuy ; et comme en même temps cette erreur portait sur un fait trop facile à constater pour qu'il y ait eu méprise de sa part, nous ne pûmes faire mieux que de supposer que M. Dupuy n'avait pas fait l'expérience qu'il annonçait.

Aujourd'hui, malgré les nouvelles expériences de M. Dupuy, nous persistons encore dans notre première opinion ; et s'il était besoin de nouvelles preuves pour l'appuyer, nous n'en saurions trouver de plus positives que celles qu'il nous fournit lui-même dans son nouveau travail.

En effet, M. Dupuy annonce qu'en distillant rapidement du suif, soit *au Jardin du Roi*, comme il l'observe, soit ailleurs, il a obtenu un produit *constamment solide* à 20° lorsque l'expérience durait de huit à neuf heures, et un produit encore plus solide lorsque la distillation était plus rapide.

Il est évident, d'après cela, que M. Dupuy a eu tort de dire dans son premier Mémoire :

« Lorsqu'on distille à une température suffisante pour faire bouillir les corps gras très-abondans en stéarine,

tels que les suifs, le produit est *constamment liquide.* »

Il est vrai que M. Dupuy établit plusieurs genres de distillations à l'aide desquelles il finit par obtenir un produit liquide; mais toutes ces subtilités ne nous semblent pas mériter une réfutation sérieuse, et ne sont propres qu'à faire perdre de vue l'objet réel de la discussion. Nous ne nous en occuperons donc en aucune manière, et nous nous contenterons de faire observer, quant à nous, que toutes les fois que nous avons parlé de distillation dans son acception ordinaire, nous avons entendu dire par là que le corps soumis à la distillation devait être maintenu à l'ébullition depuis le commencement jusqu'à la fin de l'opération.

Du *Sulfure de cérium.*

Le docteur Mosander a fait plusieurs recherches sur le cérium, sur lequel il doit bientôt faire paraître un Traité. Il a, entre autres choses, découvert la combinaison du cérium avec le soufre. On la prépare de deux manières différentes : 1°. en faisant passer à une chaleur rouge la vapeur du carbure de soufre sur le carbonate de cérium; on obtient ainsi un sulfure de cérium rouge, semblable au minium, poreux et léger, qui ne s'altère ni à l'air ni dans l'eau; 2°. en fondant de l'oxide de cérium avec de l'hépar en grand excès à une chaleur blanche, et en séparant ensuite l'hépar d'avec l'eau. Le sulfure de cérium reste en forme d'écailles très-petites et brillantes, qui sont sembla-

bles à de l'or mussif en poudre, et paraissent transparentes et de couleur jaune sous le microscope. Ces deux espèces de sulfures de cérium, différentes en apparence, sont dissoutes facilement par les acides avec développement de gaz hydrogène sulfuré et sans résidu de soufre. Le sulfure de cérium se compose de 74 parties de cérium et de 26 de soufre.

Sur *une nouvelle Méthode pour la préparation du gaz oxide de carbone.*

Par M. Dumas.

Bien que l'oxide de carbone se forme dans une foule de circonstances, les procédés qui peuvent fournir ce gaz à l'état de pureté parfaite, sont coûteux et d'une exécution difficile. M. Dumas propose une nouvelle méthode fondée sur la composition de l'acide oxalique: elle consiste à mêler le sel d'oseille avec cinq ou six fois son poids d'acide sulfurique concentré. Le mélange placé dans une fiole et porté à l'ébullition donne une quantité considérable d'un gaz composé de parties égales d'acides carbonique et d'oxide de carbone. Après avoir absorbé l'acide carbonique par la potasse, on a de l'oxide de carbone très-pur. Ce résultat se conçoit très-bien, en supposant que l'acide sulfurique s'empare de la potasse et de l'eau, et que l'acide oxalique sec ne pouvant exister dans ces circonstances passe à l'état d'acide carbonique et d'oxide de carbone. On peut appliquer avec succès cette méthode à l'examen du sel d'oseille du commerce. En effet, le tartrate acide de potasse, traité de la même manière, donnerait de l'oxide

de carbone, de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique, et la liqueur deviendrait noire par suite d'un dépôt de carbone. Le sel d'oseille pur, au contraire, ne fournit jamais d'acide sulfureux, et l'acide sulfurique employé reste parfaitement limpide et sans couleur.

SOUFRE *fluide à la température ordinaire.*

M. FARADAY avait placé le soir un flacon contenant du soufre sur un bain de sable chaud. Le lendemain matin, le bain était froid et le flacon brisé, la presque totalité du soufre s'était écoulée.

En examinant attentivement les fragmens du vase, M. Faraday s'aperçut qu'ils étaient couverts d'une espèce de rosée de soufre composée de gouttelettes grosses et petites entremêlées; les deux tiers environ de ces gouttelettes étaient solides et opaques; les autres avaient conservé leur fluidité, quoique pendant plusieurs heures la température eût été celle de l'atmosphère : en les touchant, elles devenaient si subitement solides et cristallines qu'il était presque impossible de les déformer. La solidification s'effectuait tout aussi promptement par l'attouchement du doigt, d'une tige de verre ou de bois, que par celui d'une baguette métallique; mais un contact quelconque paraissait indispensable : aucun mouvement de vibration communiqué au verre sur lequel les gouttes reposaient ne leur enlevait leur liquidité; plusieurs restèrent dans cet état pendant une semaine toute entière.

M. Faraday assimile ce phénomène à celui que l'eau présente quand, refroidie peu à peu et sans secousses au-dessous de zéro, elle ne se gèle pas; mais ici, on ne conserve l'eau liquide qu'un très-petit nombre de degrés au-dessous de zéro; ce soufre, dans l'expérience actuelle, est resté liquide 72° centigr. au-dessous du degré ordinaire de la solidification. (*Journ. of Science*, XLII.)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	751,40	+17,5	90	752,00	+19,4	83	749,77	+17,5	89	749,13	+16,0	99	+19,4	+15,0	Pluie fine.	S. O.
2	748,09	+17,8	82	748,87	+21,9	62	749,06	+22,5	58	750,94	+16,0	79	+22,5	+15,0	Légèrement couvert.	S. O.
3	753,33	+20,5	74	753,60	+22,2	64	753,70	+23,1	56	754,42	+17,2	80	+23,1	+12,1	Nuageux.	S. S. O.
4	755,66	+20,1	78	754,80	+23,3	68	754,13	+23,8	65	754,24	+18,8	93	+23,8	+14,3	Quelques nuages.	O.
5	755,33	+20,2	82	755,02	+22,5	71	754,30	+23,0	70	754,60	+18,5	90	+23,0	+13,6	Nuageux.	N. O.
6	749,42	+18,3	94	746,97	+21,8	79	743,42	+18,5	92	744,90	+14,6	89	+21,8	+14,6	Couvert.	S. fort.
7	742,40	+14,2	87	743,40	+13,1	98	745,00	+13,5	95	750,13	+14,0	86	+15,0	+12,0	Pluie fine assez forte.	O. très-fort.
8	754,04	+14,5	85	753,25	+15,0	99	753,08	+17,8	96	753,24	+18,5	100	+19,4	+ 9,8	Pluie fine.	S. O.
9	753,25	+15,0	83	752,40	+22,1	72	752,10	+22,2	69	756,07	+12,7	95	+22,6	+12,7	Couvert.	S. O.
10	760,43	+17,0	74	760,72	+19,1	59	760,58	+18,8	62	761,75	+15,5	95	+19,1	+10,0	Eclaircies.	O.
11	762,52	+17,2	74	762,67	+18,6	69	762,07	+19,6	66	762,95	+15,2	83	+19,6	+15,0	Couvert.	N. O.
12	763,24	+15,2	76	762,80	+17,5	64	761,72	+18,8	60	761,37	+13,4	94	+18,8	+ 9,8	Petits nuages.	N.
13	760,27	+16,7	78	759,30	+19,7	62	758,03	+19,2	62	757,32	+13,5	90	+19,3	+ 9,0	Vaporeux.	N.
14	756,67	+17,5	80	756,20	+20,9	66	755,38	+21,0	61	756,53	+13,0	90	+21,0	+ 8,5	Beau.	O.
15	760,00	+16,6	86	760,33	+20,2	73	760,45	+19,4	79	761,82	+15,2	90	+20,2	+10,2	Nuageux.	N.
16	762,00	+15,8	85	761,16	+19,4	75	759,75	+21,6	62	759,74	+16,3	89	+21,6	+10,4	Beau.	E. N. E.
17	756,72	+18,7	82	755,48	+23,2	68	754,10	+25,6	63	753,50	+20,1	85	+25,6	+12,7	Beau.	E. S. E.
18	750,70	+22,0	82	750,80	+24,3	67	750,38	+23,4	70	752,67	+18,5	94	+24,3	+16,6	Quelques éclaircies.	S.
19	754,95	+18,2	92	754,67	+21,2	82	753,10	+22,0	76	752,05	+18,2	98	+22,0	+14,4	Nuageux.	O.
20	748,77	+19,2	88	749,43	+21,1	75	749,30	+20,5	73	751,06	+17,2	96	+21,1	+16,5	Très-nuageux.	S.
21	754,40	+14,5	83	754,63	+17,0	73	754,65	+19,2	69	756,40	+13,5	88	+19,3	+13,5	Nuages.	N. E.
22	758,35	+11,8	67	758,22	+16,2	56	757,95	+17,2	48	758,80	+11,8	70	+17,3	+ 8,5	Beau.	E.
23	758,60	+12,2	79	757,64	+18,5	62	756,46	+20,1	63	755,73	+16,5	82	+20,3	+ 6,6	Superbe.	E. S. E.
24	751,78	+17,3	97	750,88	+22,5	79	749,96	+22,4	71	750,20	+17,5	92	+23,3	+14,3	Quelques éclaircies.	S. S. O.
25	751,02	+19,7	87	750,80	+23,7	69	750,26	+23,0	69	752,43	+15,7	99	+23,8	+14,0	Nuageux.	S.
26	755,43	+20,1	84	755,98	+22,9	77	755,97	+22,5	69	756,88	+17,8	88	+22,9	+14,8	Très-nuageux.	S.
27	757,58	+20,5	91	758,03	+23,2	84	758,24	+22,0	85	759,82	+17,6	98	+23,2	+17,2	Très-nuageux.	S. O.
28	761,65	+18,4	94	761,94	+20,5	85	761,60	+21,5	74	761,97	+17,0	99	+21,5	+16,8	Très-couvert.	N. O.
29	761,18	+16,5	94	760,33	+19,0	88	759,05	+22,2	74	757,48	+17,4	87	+22,3	+13,5	Brouillard.	N. O.
30	754,72	+19,5	95	754,48	+22,9	85	753,90	+19,0	82	753,60	+17,7	100	+22,9	+13,5	Très-nuageux.	S. O.
1	752,34	+17,5	83	752,00	+20,0	75	751,51	+20,1	75	752,94	+16,2	91	+21,0	+12,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	757,58	+17,7	82	757,28	+20,6	70	756,43	+21,1	67	756,90	+16,1	91	+21,3	+12,3	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 3,365
3	756,47	+17,0	87	756,29	+20,6	76	755,80	+20,9	70	756,33	+16,2	90	+21,7	+13,3	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 3,060
	755,46	+17,4	84	755,19	+20,4	74	754,58	+20,7	71	755,39	+16,2	91	+21,3	+12,8	Moyennes du mois,	+ 17,1.

Saggio *di Esperienze electrometriche, etc.*; c'est-à-dire, *Expériences électrométriques du* Dr Stefano Marianini, *professeur de physique et de mathématiques appliquées au Lycée de Venise.*

Un vol. in-8°. *Venezia*, 1825.

(Extrait.)

L'ouvrage de M. Marianini doit être considéré comme une collection d'excellens Mémoires sur les parties les plus intéressantes et les plus délicates des phénomènes électriques ; comme il est peu connu en France, nous avons pensé devoir en donner un extrait détaillé. L'auteur annonce que dès le mois de mars 1823 il avait communiqué la plus grande partie de ses résultats à l'Athénée vénitien ; que plusieurs ont été insérés dans les journaux italiens. Ne connaissant pas avec exactitude la date de ces diverses publications, il nous a été impossible de traiter les questions de priorité.

SECTION PREMIÈRE.

Sur le Rapport qui existe entre l'énergie des appareils électro-moteurs et les déviations de l'aiguille aimantée qu'ils produisent.

M. Marianini s'est d'abord proposé de déterminer les rapports qui existent entre l'énergie des appareils électro-moteurs et les déviations de l'aiguille aimantée, suivant que l'on fait varier le liquide interposé, la surface ou le nombre des plaques métalliques. L'aiguille employée

dans ces expériences, longue de 7 pouces $\frac{1}{4}$, suspendue sur une chape, est placée au-dessus d'un simple fil conducteur tendu horizontalement dans une longueur d'environ 2 pieds et demi. Il nous semble que la plupart des déviations obtenues sont trop petites, par rapport aux erreurs possibles dans l'observation, pour que l'on puisse regarder comme rigoureusement exactes les lois simples qui paraissent s'en déduire.

Des couples cuivre et zinc depuis un jusqu'à 6 pouces carrés produisent des déviations sensiblement proportionnelles à leur surface.

La plus grande déviation de l'aiguille ne s'élève dans ces expériences qu'à 8°.

En comparant un couple de 24 pouces carrés à un couple d'un pouce seulement, M. Marianini trouve que les déviations (12° et environ 2°) ne sont guères que dans le rapport de 1 à 6. Il suppose que, dans ce cas, le fil conducteur *était insuffisant pour transmettre avec la vitesse convenable* toute l'électricité développée par les grandes plaques. Mais il ne s'est point assuré si un fil plus gros donnerait des résultats conformes à la loi de proportionnalité. Il s'est contenté de faire voir qu'en établissant une seconde communication par un fil éloigné de l'aiguille de manière à n'exercer aucune action sur elle, on détruisait presque totalement l'influence du petit couple, tandis que l'autre était seulement diminuée.

Pour éviter la confusion, l'auteur appelle fil *excitateur* ce second fil, et *conducteur* celui qui seul produit le mouvement de l'aiguille.

Quand la communication avait lieu par les deux fils

à la fois, la déviation due au courant des plaques de 24 pouces s'élevait encore à 3°; mais si, au lieu de toucher immédiatement les plaques, les extrémités du fil conducteur étaient successivement appliquées à différens points du fil excitateur, l'effet du premier sur l'aiguille, d'abord nul ou à peine sensible lorsque les points de contact étaient à une distance de 8 à 10 pouces l'un de l'autre, augmentait rapidement à mesure qu'ils se rapprochaient davantage. Il n'y a point de mesure précise : ces différences sont pourtant très-remarquables.

Des plaques de masses différentes, mais de même surface, exercent la même action.

Si les plaques n'étaient point en contact dans toute leur étendue avec le conducteur liquide, l'effet produit ne dépendrait que de la portion mouillée et serait proportionnel à son étendue.

Ce qui précède suppose les plaques cuivre et zinc égales entr'elles. On augmente très-peu l'effet en rendant la surface du zinc beaucoup plus grande que celle du cuivre. On l'augmente rapidement en donnant au cuivre une surface de plus en plus grande par rapport à celle du zinc. L'effet électro-magnétique est alors proportionnel entre certaines limites à l'étendue immergée de la plaque de cuivre.

Il faut avoir le plus grand soin que les plaques, avant d'être plongées, soient dans le même état, qu'elles aient, par exemple, le même poli. On n'aurait que des résultats irréguliers si, pour obtenir l'effet dû à une plus grande surface, on enfonçait de plus en plus le même couple dans le liquide conducteur, parce que la

partie mouillée la première n'agirait plus dans les instans suivans comme les portions nouvellement plongées.

SECTION DEUXIÈME.

Sur le Rapport des tensions électriques aux déviations de l'aiguille.

La tension varie avec la nature des substances mises en contact et le nombre des couples. D'après les expériences de Volta, la tension des couples cuivre et zinc surpasse la tension des couples cuivre et plomb ; celle-ci surpasse la tension des couples cuivre et étain ; les couples cuivre et fer sont plus faibles encore : il en est de même des déviations que ces couples produisent. Elles sont de 4°; 3° —; 2° et 1°. Mais si l'on en concluait que la tension influe sur l'effet électro-magnétique en proportion de son énergie, on rencontrerait bientôt des exceptions notables.

Quant à l'effet dû au nombre des couples, on savait déjà que ce nombre n'influait que très-peu, ou même n'influait point du tout sur la plupart des phénomènes électro-dynamiques. M. Marianini trouve que la déviation de l'aiguille aimantée produite par un appareil électro-moteur d'un nombre quelconque de couples est toujours une moyenne entre toutes les déviations produites par chaque couple considéré isolément, c'est-à-dire qu'elle est égale à la somme de ces déviations divisée par le nombre des couples ; en sorte que si à un appareil composé de couples égaux en action on ajoute un couple plus énergique, on augmente un peu son

effet, tandis que l'addition d'un couple plus faible le diminue d'une petite quantité.

L'auteur avait toujours soin d'observer l'action de chaque couple isolé avant de les réunir et après les avoir séparés ; il prenait alors, pour la valeur de chaque couple à l'instant de la mesure de l'action des élémens assemblés, la moyenne des deux valeurs obtenues.

Puisque l'action sur l'aiguille aimantée semble proportionnelle à la quantité de fluide électrique qui parcourt le fil conducteur dans un temps donné, la première idée qui se présenta à l'auteur fut que les conducteurs liquides ou de la seconde classe interceptaient une certaine quantité de ce fluide ou ralentissaient son mouvement, de manière à diminuer dans une pile l'effet de chaque couple proportionnellement à leur nombre. Mais en prenant un couple isolé et séparant les deux plaques par une, deux, trois et jusqu'à cinq épaisseurs de drap humide, son effet ne parut pas sensiblement atténué. Cette cause d'affaiblissement concourt à la vérité au phénomène, mais pour une petite partie.

Ne pouvant pas non plus attribuer la faible action des piles composées à l'imperfection des contacts métalliques, M. Marianini pensa enfin que le phénomène était dû aux alternatives de conducteurs métalliques et de mauvais conducteurs. Pour vérifier cette hypothèse, après avoir observé la déclinaison produite par un couple horizontal composé de zinc, de drap humide et de cuivre, il plaça dessus un second couple inactif de cuivre, drap humide et cuivre; faisant alors toucher les

extrémités du fil conducteur au zinc inférieur et au cuivre le plus élevé, la déviation de l'aiguille fut réduite à moitié : un troisième couple, semblable au second et superposé aux deux premiers, réduisait au tiers l'effet primitif. Cependant ces deux derniers couples ne pouvaient exercer aucune action électro-motrice.

On réduit également au tiers l'effet d'un appareil composé de trois couples actifs composés de zinc, drap mouillé, cuivre, en renversant un seul de ces couples. Deux en effet deviennent alors inactifs comme électromoteurs; mais la double alternative de conducteurs bons et mauvais réduit au tiers l'effet produit par le seul élément actif.

Il est naturel de penser que les choses se passent de même dans une pile composée d'élémens actifs. Chacun d'eux contribue, comme conducteur métallique superposé à un conducteur humide, à affaiblir l'effet produit par les autres, puisque, d'après Volta, la faculté conductrice des corps n'est pas changée par l'action électromotrice qu'ils exercent dans leur contact mutuel.

En généralisant les résultats précédens, M. Marianini trouve que l'effet d'un appareil composé d'un nombre quelconque d'élémens *actifs* et *sans action* est égal à la somme des effets dus aux élémens actifs divisée par le nombre total des élémens tant électro-moteurs qu'inactifs; ou plus simplement par le nombre des alternatives de couches métalliques et humides. Soit n le nombre des premiers élémens; D l'effet moyen de chacun d'eux; n' le nombre des seconds et d l'effet de tout l'appareil, on aura alors :

$$d = \frac{nD}{n + n'};$$

d'où l'on tire :

$$\frac{D-d}{d}=\frac{n'}{n} \text{ et } \frac{D-d}{D}=\frac{n'}{n+n'}.$$

Il résulte de cette formule que l'affaiblissement total d'un courant est à l'intensité moyenne de chacun des couples actifs, comme le nombre des couples sans action est à celui des alternatives. L'affaiblissement partiel au passage d'un couple dans un autre est d'autant moindre que le courant a déjà traversé un nombre d'alternatives plus grandes.

On voit enfin que plus le nombre des couples actifs est grand, moins le courant diminue après avoir traversé un même nombre de couples inactifs. Si l'on assimile un conducteur imparfait à un certain nombre d'alternatives de substances plus ou moins conductrices, on se rendra compte de l'avantage qu'il y a à employer dans ce cas des piles à hautes tensions (1).

Pourquoi les diaphragmes humides, qui ne diminuent ou ne ralentissent que très-peu le courant électrique lorsqu'ils sont réunis de manière à n'en former qu'un seul, l'affaiblissent-ils ainsi lorsqu'ils alternent avec des conducteurs métalliques ? M. Marianini imagine qu'il y a dans ce dernier cas une sorte *de réfraction ou de réflexion électrique, analogue à celle de la lumière*. Ainsi deux substances dans lesquèlles la lumière se meut différemment, comme l'air et l'eau, superposées en couches épaisses, ont un certain degré de transparence ; mélangées en couches très-minces, comme cela

---

(1) Voyez *Ann.*, t. XXVIII, p. 190, un Mémoire de M. Auguste de Larive sur ces mêmes phénomènes. (*R.*)

se voit dans l'écume de l'eau vivement agitée, elles forment un milieu presqu'opaque. De même, suivant le professeur de Venise, un courant électrique n'éprouverait qu'une légère diminution d'intensité en traversant une épaisseur quelconque métallique ou liquide, du moins dans de certaines limites, mais à chaque alternative d'un grand nombre de couches peu épaisses, il subirait de nouvelles *réfractions* (*c'est réflexions qu'il faudrait*) et s'affaiblirait rapidement. Ceux qui admettraient que le courant électrique se propage par des ondulations à la manière du son, trouveraient une explication facile du phénomène en assimilant son mouvement, dans les conducteurs métalliques et dans les mauvais conducteurs, à celui du son dans les corps solides et dans les fluides élastiques.

Voici quelques expériences à l'appui de la théorie qui précède. Une boîte oblongue de bois verni, de onze pouces de longueur, fut divisée en six compartimens, l'un de six pouces, les autres d'un pouce seulement, par cinq lames de plomb transversales. Tous les compartimens furent remplis d'un même liquide conducteur. On pouvait ainsi plonger un couple cuivre et zinc dans ce liquide de manière à ce que les deux plaques restant à la même distance (5 pouces), la communication fût d'abord établie par le liquide seul, puis à travers une ou plusieurs lames de plomb. La condition que la distance des plaques reste constante est essentielle, parce que l'intensité d'un courant varie sensiblement avec l'étendue de la couche liquide qu'il doit traverser, quand celle-ci est considérable, par exemple,

de plusieurs pouces. Les plaques zinc et cuivre avaient 14 lignes de largeur, et elles étaient plongées à 2 pouces de profondeur.

Nombre des lames de plomb interposées entre les plaques zinc et cuivre.	Déviations de l'aiguille aimantée.
0..........	3°. 0′
1..........	1 . 0
2..........	0 .35
3..........	0 .20
4..........	0 .15
5..........	à peine appréciable.

Le conducteur liquide était de l'eau légèrement salée ($\frac{1}{200}$ d'hydrochlorate de soude).

En employant des plaques zinc et cuivre d'une surface double :

Nombre des diaphragmes.	Déviations.
0..........	6°. 0′
1..........	2 .45
2..........	1 . 0
3..........	0 .40
4..........	0 .25
5..........	0 .15.

La distance des plaques était toujours de 5 pouces.

5e Essai. *Les premières plaques. Conducteur liquide, eau de mer.*

Nombre des diaphragmes.	Déviations.
0..........	7°.15′
1..........	3 .15
2..........	1 .30
3..........	0 .30.

Ces résultats ne s'accordent pas avec ceux qu'on avait obtenus en séparant les plaques par un morceau de drap mouillé ; alors, en effet, un couple inactif réduisait l'ef-

fet à la moitié, tandis qu'ici un seul diaphragme donne une diminution de plus de moitié. M. Marianini se demande si cette différence tient à l'étendue beaucoup plus grande du conducteur liquide : il se propose d'examiner cette question.

Il est facile de répéter cette expérience des diaphragmes avec quelques tasses remplies de liquide et entre lesquelles on établit la communication avec de petites feuilles métalliques ployées. L'auteur a cherché par ce moyen à reconnaître de petites différences dans la faculté absorbante de diaphragmes composés de différens métaux, comme le plomb, l'étain, et sans pouvoir y parvenir, à cause du peu de sensibilité de son appareil.

Il n'a éprouvé, quant aux effets de la pile, tels que les secousses, la saveur, les éclairs, aucune différence, soit qu'il touchât directement les pôles ou qu'il fît passer le courant à travers plusieurs diaphragmes.

Ritter, pour expliquer comment une pile secondaire composée de plaques d'un seul métal, séparées par un conducteur humide, se charge quand on met ses pôles en communication avec ceux d'une pile active, supposait que les alternatives de conducteurs bons et mauvais, en ralentissant le courant électrique, le retenaient en partie et se déchargeaient ensuite lentement. Volta attribue le phénomène à la décomposition des substances salines interposées entre les disques de métal. Les expériences précédentes en démontrant l'action absorbante des alternatives de couches métalliques et humides, portent à examiner de nouveau l'opinion de Ritter. M. Marianini se propose d'entreprendre à ce sujet une série d'expériences.

SECONDE PARTIE.

Recherches sur la faculté électro-motrice relative des conducteurs de la première classe.

En se proposant de former une échelle des différens corps bons conducteurs sous le rapport de leurs facultés électro-motrices, M. Marianini a dû examiner séparément les circonstances qui peuvent faire varier cette faculté ; savoir, l'oxidation, l'influence de l'électricité elle-même, c'est-à-dire, d'un courant auquel la substance aurait été préalablement soumise ; le contact des corps humides, enfin la température.

SECTION PREMIÈRE.

Influence de l'oxidation.

On croit généralement que l'oxidation des métaux diminue leur faculté électro-motrice. Il en est tout autrement, si l'on prend deux plaques de fer, polies, assez homogènes pour ne produire aucun courant appréciable lorsqu'on les plonge dans un liquide et qu'on les fait communiquer par un fil conducteur ; si l'on essuie l'une avec soin et qu'on laisse l'autre se couvrir d'oxide ; si enfin, après quelques jours, on en forme un nouveau couple, on trouve qu'un courant très-sensible se dirige de la plaque oxidée à celle qui ne l'est pas. En rendant le poli métallique à la plaque oxidée, elle redevient incapable de reproduire un courant par son action sur la première. Deux plaques de zinc, de cuivre, de plomb, d'étain, de bismuth présentent le même phénomène.

L'oxidation augmente donc toujours la faculté électro-motrice du métal, c'est-à-dire, qu'elle augmente l'énergie avec laquelle ce métal repousse dans un autre l'électricité positive et s'électrise lui-même négativement.

On arrive toujours à cette conséquence en formant un couple de métaux différens. Dans un circuit zinc et fer, on augmente l'intensité du courant en oxidant le fer; en l'oxidant également dans un couple fer et cuivre, on diminue l'effet.

L'oxidation peut même changer de plusieurs rangs la place qu'un corps occupe dans la série des électro-moteurs. Ainsi dans un circuit plomb, étain, l'étain s'électrise positivement; si l'on oxide le plomb seul, le courant se dirige en sens contraire; mais lorsqu'après quelques minutes le liquide acidule a enlevé la couche oxidée, il reprend sa première direction.

Si une plaque de laiton entièrement couverte de vert-de-gris est accouplée à une plaque de cuivre ayant tout son éclat métallique, le cuivre s'électrise positivement; si le laiton est bien nettoyé, on obtient un effet contraire. — Le bismuth, le cobalt, le nickel et l'antimoine sont supérieurs en force électro-motrice au cuivre brillant; inférieurs au cuivre légèrement oxidé: mais lorsqu'on oxide un peu la surface de l'antimoine, il redevient plus énergique que le cuivre sali. Enfin, le bismuth, suivant qu'il est ou n'est pas oxidé, doit être rangé avant ou après le cobalt.

Dans les piles ordinaires zinc et cuivre, l'effet dans les premiers momens diminue rapidement, soit parce que le liquide acidulé oxide la surface du zinc, soit

parce qu'il enlève la couche d'oxide adhérente à celle du cuivre. Les deux causes s'ajoutent.

SECTION DEUXIÈME.

Influence des courans pour altérer la force électro-motrice des corps.

Un courant électrique est une cause d'oxidation et de désoxidation ; on pourrait donc ne lui attribuer qu'indirectement l'altération de la force électro-motrice des métaux qui le produisent ; mais cette altération se manifeste sans qu'il y ait de traces d'oxidation, et quels que soient les liquides conducteurs, pourvu qu'ils aient une égale conductibilité.

On désignera, pour éviter des circonlocutions, par ces mots, *métal supérieur*, *inférieur* ou *égal* en force électro-motrice à un autre métal, celui qui, au contact du second, se trouve électrisé négativement ou positivement, ou enfin ne présente aucune trace d'électricité.

Ainsi un couple platine et carbure de fer ayant été plongé dans un mélange composé de 100 parties d'eau et de 1 d'acide sulfurique, la déviation de l'aiguille montra que le platine était inférieur au carbure de fer ; après plusieurs immersions, il lui était devenu égal et bientôt ensuite il devint supérieur, car la déviation eut lieu en sens contraire. Le carbure, essayé séparément, n'avait rien perdu ou gagné en force électro-motrice : le platine avait acquis un degré supérieur à celui qu'il possède naturellement ; mais chauffé au rouge ou même dans l'eau bouillante, il le perdit et redevint inférieur au carbure de fer.

L'or et l'argent, inférieurs au carbure de fer, présentent, quoique d'une manière moins marquée, les mêmes phénomènes.

Un alliage d'argent et de cuivre, où les deux métaux se trouvaient dans le rapport de 3 à 1, naturellement peu supérieur au zinc, le devint beaucoup plus après avoir été mis en communication avec un disque de carbure de fer.

Dans un couple platine et or, le platine, inférieur à l'or, s'en rapproche par des immersions répétées et le dépasse. Chauffé, il reprend son état naturel; le frottement ne l'y ramène pas.

Si l'on tient le disque de platine seul dans le liquide conducteur, sa force électro-motrice ne s'augmente pas; elle ne s'augmente qu'après que le disque de carbure de fer étant plongé dans le même liquide, on achève d'établir par le fil la communication entre les deux plaques : l'effet est donc produit par le courant électrique.

Un courant en sens contraire produit un effet opposé : ainsi le platine, l'or, l'argent devenus égaux au carbure de fer, lui redeviennent inférieurs après avoir formé avec des disques de zinc, de plomb, d'étain ou de cuivre des couples dont ils se trouvent les pôles négatifs.

Dans le premier cas, lorsque le platine est électrisé positivement, l'oxigène se développe à sa surface et s'y fixe peut-être (1); dans le second cas où le même mé-

---

(1) Les charbons hydrogénés s'électrisent en plus au contact de ceux qui ne le sont pas.

tal reçoit une électricité contraire, peut-être un dégagement d'hydrogène le ramène-t-il à son état naturel. Alors il faudra admettre que l'hydrogène se fixe également à la surface des plaques; car, lorsque par un courant on a élevé leur force électro-motrice naturelle, un courant contraire la ramène au-dessous de ce qu'elle était primitivement, tandis que la chaleur ne ferait que leur enlever ce qu'elles avaient acquis.

Ainsi deux plaques d'argent égales et homogènes ne donnaient aucun signe d'électricité lorsqu'on en formait un couple; l'une ayant été tenue pendant une minute en communication avec une plaque de zinc dans l'eau chargée de $\frac{1}{15}$ de sel marin, puis bien essuyée, devint inférieure à l'autre.

On rendit de la même manière une petite plaque d'or pur, un sequin de Venise, très-inférieur à un autre sequin tout-à-fait semblable.

Un sequin très-peu supérieur à une plaque, où l'or était allié à un huitième de cuivre, devint également, après avoir été mis en communication avec le zinc, inférieur de beaucoup à ce même alliage; et celui-ci ayant à son tour formé pendant quelques instans un couple avec le zinc, redevint plus faiblement électro-moteur que l'or pur et plus faible qu'il ne l'était auparavant lui-même. Un métal peut donc éprouver dans sa force électro-motrice des altérations plus grandes par l'action d'un courant que par un certain degré d'impureté. Ce pourrait être, dit M. Marianini, une cause d'erreur dans quelques-unes des expériences de M. Becquerel; on serait conduit à regarder comme un alliage de l'or

pur, qui, dans un circuit formé avec un autre métal, se serait trouvé le pôle négatif.

Lorsque par l'action du zinc on a réduit l'or à un degré de force électro-motrice inférieur à celui du platine, si l'on en forme avec ce dernier métal un circuit, il reprend en 30 secondes sa supériorité. Il la reprend même par la seule immersion dans le liquide conducteur, surtout si ce liquide est un acide affaibli; dans ce cas, on ne voit pas d'abord qu'il puisse se former de courant; mais il s'en établit peut-être entre les différentes parties de la même plaque.

En effet, les modifications que l'on vient de décrire sont limitées à la partie des plaques en contact avec le liquide. Si l'on prend une plaque d'or, et que pour en former un circuit avec du zinc on la mouille seulement jusqu'au tiers de sa hauteur; que l'on en fasse autant pour le tiers opposé soumis à l'action du carbure de fer; on trouvera le premier segment inférieur, le second supérieur au platine en force électro-motrice. L'argent présente les mêmes phénomènes : quand ces plaques sont plongées ensuite dans un acide, dans l'eau bouillante, il y a donc production de courans d'un segment à l'autre.

Moins le liquide est conducteur, plus il faut de temps pour qu'une altération donnée de la force électro-motrice d'une plaque soit produite par l'action du circuit dont elle fait partie. Jamais on n'obtient tout le changement que cette force peut éprouver, si le liquide, comme l'eau pure, l'eau distillée, conduit très-mal. S'il conduit bien, au bout de 30 secondes on a déjà les

deux tiers du plus grand effet possible. Le reste ne se développe que très-lentement.

Les altérations produites dans le pouvoir électro-moteur de l'or, du platine, disparaissent par l'exposition à l'air; elles subsistent pendant des mois entiers si l'air ne circule pas autour du métal, si, par exemple, on l'enveloppe dans du papier : sans doute l'humidité qui se dépose dans le premier cas sur la plaque fait fonction de conducteur liquide entre ses différentes parties.

Ces propriétés sont difficiles à constater dans les autres métaux, parce qu'ils s'oxident facilement. M. Marianini laisse constamment dans le liquide la plaque soumise à l'expérience, tandis qu'on la met successivement en communication avec plusieurs autres.

Le cuivre très-peu supérieur au laiton, le devient bien plus par l'action du carbure de fer, et par celle du zinc il lui devient inférieur; mais il reprend de lui-même en deux ou trois minutes sa force naturelle.

Mêmes changemens dans le laiton par le zinc et le carbure de fer. Dans ce dernier cas, l'accroissement très-sensible de pouvoir électro-moteur se dissipe de lui-même en peu de minutes.

Le carbure de fer ne peut augmenter le pouvoir du plomb, mais seulement le rétablir quand on l'a diminué par l'action du zinc. Encore cela n'arrive-t-il pas toujours.

Le fer, l'étain, le mercure ne peuvent prendre un excès de force électro-motrice; mais l'action du zinc diminue celle qu'ils possèdent naturellement. Le fer

devient alors inférieur au plomb et à l'étain. Il reprend de lui-même son état naturel.

Le mercure, pour perdre de son pouvoir, a besoin d'être plusieurs fois mis en communication avec les métaux qui lui sont inférieurs. Quand cette altération a été détruite par l'influence du carbure de fer, on la reproduit plus facilement.

Le zinc est le dernier dans la série des électromoteurs. La force qui lui est propre ne peut être ni augmentée ni diminuée par l'action d'un courant.

La force électro-motrice de ces cinq derniers métaux, qui paraît ne recevoir aucun accroissement, diminue par leur séjour dans le liquide conducteur, et cette propriété peut nous dérober l'effet contraire.

SECTION TROISIÈME.

Influence des liquides conducteurs dans l'altération de la force électro-motrice.

Que l'on prenne deux plaques de zinc homogènes, sans action l'une sur l'autre; que l'on fasse naître un courant entre l'une d'elles et un disque de carbure de fer, celle-ci, loin d'être devenue supérieure à l'autre, paraît affaiblie. Mais si, pour réduire les choses à des circonstances pareilles, on laisse les deux plaques de zinc dans le liquide, pendant que le carbure est mis en communication avec l'une d'elles seulement, on les trouve encore égales après que cette communication est détruite.

L'action du carbure est donc étrangère au phénomène observé d'abord; on ne peut en chercher la cause

que dans l'action prolongée du liquide sur la première plaque de zinc.

Que l'on plonge à une minute d'intervalle deux plaques de zinc douées de tout l'éclat métallique, celle qu'on aura plongée la dernière sera supérieure à l'autre; laissant celle-ci dans le liquide conducteur, que l'on essuie bien la première, en la replongeant et rétablissant la communication, on trouvera que l'action aura changé de signe. En essuyant alternativement les deux plaques, la plaque essuyée la dernière deviendra toujours la plus énergique.

Le liquide conducteur peut être de l'eau de mer, de l'eau acidulée ou tenant en disssolution $\frac{1}{100}$ d'hydrochlorate de soude, etc. Plus la conductibilité est grande, moins il est nécessaire de tenir long-temps la première plaque plongée pour obtenir le *maximum* d'effet : deux ou trois minutes suffisent avec l'eau de mer.

La plaque essuyée la dernière se comporte ici, comme si elle était la plus oxidée. Cependant si l'on plonge en même temps deux plaques de zinc, l'une un peu oxidée et noircie, l'autre brillante, la première se montre supérieure à l'autre; mais si on la maintient dans le liquide et qu'on essuie la seconde, celle-ci, replongée, sera la plus électro-motrice; qu'ensuite on les essuie bien toutes deux et qu'on les replonge simultanément, le métal le plus oxidé aura repris sa supériorité.

Puisque la lame la plus oxidée perd son plus grand degré de force quand elle est mouillée avant l'autre, on est conduit à supposer que l'oxide s'humecte de manière à former après quelques instans une couche d'un

pouvoir conducteur infiniment moindre que celui du métal ; en sorte que si une plaque est sèche, plus elle sera oxidée et plus elle aura de force électro-motrice. Mais quand même elle serait très-peu oxidée, plus elle sera sèche et plus elle aura d'énergie. La force est proportionnelle à la quantité d'oxide qui adhère au métal à l'état solide. Ainsi, en retirant alternativement du bain l'une ou l'autre des plaques de zinc et les replongeant, même sans les essuyer, on trouve la plus récemment mouillée supérieure à l'autre. Le conducteur était l'eau de mer dans les expériences de M. Marianini.

On sait depuis long-temps que de deux morceaux d'un même métal plongés dans un acide capable de les attaquer, le premier plongé prend l'électricité positive ou devient inférieur à l'autre quand on établit la communication.

Le zinc présente mieux ces phénomènes qu'aucun autre métal. Le plomb, le fer, l'étain les produisent dans un plus faible degré.

Le mercure tenu plusieurs heures sous l'eau de mer mélangée de $\frac{1}{100}^{me}$ d'hydrochlorate de soude perd notablement de sa force électro-motrice.

On n'aperçoit aucun effet semblable dans le laiton, le cuivre, l'argent, l'or, le platine et le carbure de fer.

SECTION QUATRIÈME.

Influence de la température sur la force électro-motrice.

Si, dans un couple zinc et cuivre, on élève séparément le cuivre à une chaleur encore supportable à la

main, on augmente beaucoup l'intensité du courant. Cet accroissement disparaît par le refroidissement. On le reproduit en échauffant le zinc. Ce genre d'action est donc très-différent des effets de l'oxidation; car, suivant qu'on oxide le cuivre ou le zinc, on augmente ou l'on affaiblit le courant : par la chaleur, l'intensité du courant est augmentée dans tous les cas.

Si l'on plonge les deux plaques à une basse température dans un liquide chaud, à mesure qu'elles s'échauffent aux dépens du liquide, le courant devient plus énergique.

A de hautes températures, l'effet ne croît pas proportionnellement aux accroissemens de chaleur. Les déviations de l'aiguille aimantée produites par un faible couple argent et étain furent à froid 0°,30′; l'argent quelques instans sur les charbons allumés, 2°; chauffé au rouge, 3°,15′; conservant encore un reste de chaleur, 0°,45′.

Dans un couple fer et zinc, on n'ajoute plus rien à l'effet en chauffant le fer au-delà du rouge brun. Peut-être alors une couche de vapeur environne la surface et ralentit le mouvement de l'électricité.

Quelquefois le cuivre, chauffé au rouge, produit un effet plus grand qu'à froid; le plus souvent il produit un effet moindre, comme s'il perdait alors une couche d'oxide, et que l'augmentation de conductibilité ne compense pas cette cause d'affaiblissement.

SECTION CINQUIÈME.

Expériences pour déterminer la force électro-motrice relative des conducteurs de la même classe.

Volta a fait voir que la tension produite par le contact immédiat de deux électro-moteurs de la première série est la somme des tensions produites par un nombre quelconque d'électro-moteurs interposés entre les deux premiers. Quand on veut mesurer la force électro-motrice par les déviations de l'aiguille aimantée, l'effet que l'on mesure est complexe. Il dépend de la quantité d'électricité qui traverse le fil dans un temps donné, par conséquent de la conductibilité des plaques.

Aussi en comparant les déviations produites par les différens couples que l'on peut former en combinant trois électro-moteurs deux à deux, on ne trouve point entre ces déviations de relation simple. M. Marianini prend trois plaques égales, l'une de zinc, l'autre de charbon, la troisième de carbure de fer ; les deux premières font dévier l'aiguille de 12° ; la première et la troisième de 8° ; il semblerait donc que le carbure de fer en communication avec le charbon dût lui être inférieur. Mais la déviation produite alors est de 2° et en sens contraire, c'est-à-dire que le charbon reçoit l'électricité positive. Voici quelques mesures de ce genre. Le métal indiqué le premier est celui dont la force électro-motrice est la plus grande. Le conducteur liquide était l'eau de mer mélangée de $\frac{1}{100}$me d'acide sulfurique.

		Déviations.
(*a*)	Or-argent...	0°.30′
	Argent-cuivre.	3 .30
	Or-cuivre....	0 .30
(*b*)	Platine-cuivre.	0°.30′
	Cuivre-plomb.	5 .30
	Platine-plomb.	2 . 0
(*c*)	Platine-cuivre.	0°.30′
	Cuivre-étain..	5 . 0
	Platine-étain..	1 . 0
(*d*)	Platine-cuivre.	0°.30′
	Cuivre-zinc...	8 . 0
	Platine-zinc...	3 . 0
(*e*)	Platine-fer...	1°. 0
	Fer-zinc.....	6 .30
	Platine-zinc..	3 .30
(*f*)	Platine-plomb.	2°. 0
	Plomb-zinc...	9 . 0
	Platine-zinc...	3 .30

Dans l'expérience (*d*) le cuivre était brillant ; l'effet du cuivre sali avec le platine change peu ; avec le zinc il s'élève à plus de 20°.

		Déviations.
(*g*)	Or-argent....	0°.30′
	Argent-étain..	4 . 0
	Or-étain.....	1 . 0
(*h*)	Or-argent...	0°.30′
	Argent-plomb.	4 .30
	Or-plomb...	1 .45
(*i*)	Or-cuivre....	0°.30′
	Cuivre-fer...	3 . 0
	Or-fer......	1 . 0
(*k*)	Or-cuivre....	0°.30′
	Cuivre-étain..	5 . 0
	Or-étain....	1 . 0
(*l*)	Or-cuivre....	0°.30′
	Cuivre-plomb.	5 .30
	Or-plomb...	1 .45
(*m*)	Or-cuivre....	0°.30′
	Cuivre-zinc..	8 . 0
	Or-zinc.....	6 . 0
(*n*)	Fer-plomb...	2°. 0
	Plomb-zinc..	9 . 0
	Fer-zinc.....	6 .30.

On voit qu'en général les déviations les plus faibles sont celles des couples dont le platine et l'or font partie. Le platine est, à la vérité, le plus mauvais des conducteurs métalliques ; mais l'or conduit mieux que

l'argent, et cependant le couple or-cuivre produit une déviation moindre que le couple argent-cuivre, quoique la tension soit plus forte dans le premier cas que dans le second.

La différente conductibilité des plaques ne suffit donc pas pour rendre raison de toutes les circonstances du phénomène. Puisque les alternatives de substances humides et métalliques retardent la vitesse du courant, peut-être cette propriété varie-t-elle avec la nature des métaux. L'or et le platine seraient ceux qui la posséderaient au plus haut degré.

Les déviations de l'aiguille ne donnent donc pas les rapports qui existent entre la puissance électro-motrice des différens corps.

Remarques sur quelques substances.

Carbure de fer. — Son pouvoir électro-moteur ne le cède qu'à celui de quelques oxides de manganèse. Il s'augmente par l'immersion dans une eau acidulée, si on n'essuie point la plaque après l'avoir retirée. Cet accroissement de force ne se dissipe pas de lui-même; mais il se perd facilement par l'action d'un métal inférieur, comme le zinc. Si cette dernière action diminue la force qui est propre au carbure, il la reprend spontanément en quelques minutes.

Les creusets de Passaw contiennent beaucoup de plombagine et présentent les mêmes propriétés, à moins que l'argile ne soit trop vitrifiée. Un creuset dont la surface intérieure avait environ 100 pouces carrés et un vase creux de forme semblable en plomb mince, ont fourni à l'auteur un appareil utile. On laisse peu d'in-

tervalle entre la surface du plomb et l'intérieur du creuset, et l'on remplit cet intervalle d'un liquide qui peut être fortement acidulé; on peut ainsi chauffer au dehors le creuset en le plaçant sur de la braise et mettre dans le vase de plomb du sable chaud ou un mélange frigorifique.

Mercure. — Ce métal doit être rangé entre le sulfure de plomb et l'argent : s'il est impur, il devient inférieur même au laiton. L'ébullition le ramène à son rang. Généralement il change peu par l'action des autres métaux.

Fer. — On n'a pu s'assurer si l'aimantation change sa force électro-motrice; l'oxidation la change, mais peu. Il est toujours entre l'étain et le laiton.

L'étain paraît supérieur au plomb. Le moindre degré d'oxidation les place dans un ordre inverse. Le plomb donne avec le zinc des déviations plus grandes que l'étain, le fer, le laiton et le cuivre brillant. Il n'y a point de couple formé de deux substances aussi voisines qui produise un courant aussi énergique. C'est un phénomène opposé à celui que présentent avec le zinc l'or et le platine.

Charbon. — Les charbons agités dans le feu jusqu'à ce qu'ils ne donnent plus de flamme et refroidis lentement sous la cendre, sont à la fois électro-moteurs aussi puissans et aussi bons conducteurs que les métaux. Ils ne ralentissent pas le courant électrique le plus faible.

Leur force électro-motrice est très-variable. D'abord peu supérieurs à l'argent, ils s'élèvent au bout de quelque temps au-dessus de l'or. Serait-ce un effet d'oxida-

tion? Brugnatelli a prouvé qu'ils peuvent se combiner avec l'oxigène. En les chauffant, on leur fait perdre ce qu'ils avaient acquis.

Plusieurs charbons préparés de la manière précédente furent, les uns simplement exposés à l'air, les autres plongés après le refroidissement dans l'eau distillée, dans des dissolutions salines ou acides. Au bout d'un mois, tous étaient supérieurs à l'or. Celui qui avait été trempé dans l'acide était à peine supérieur aux autres.

Un charbon baigné un grand nombre de fois dans des acides faibles et des solutions salines acquit une force électro-motrice plus grande que celle de toutes les autres substances essayées. Il en fut de même d'un charbon qui n'avait été trempé dans aucune solution, après qu'il eut été exposé à l'air pendant deux ans.

Ces charbons, mis en communication avec le zinc, redescendent au-dessous du carbure de fer; mais en quelques heures ils reviennent d'eux-mêmes à leur rang.

Les charbons préparés au feu sont inférieurs à l'argent lorsqu'ils ne sont pas encore entièrement refroidis. Si on les éteint en les plongeant dans l'eau lorsqu'ils sont rouges, on les trouve quelques instans après inférieurs au cuivre. Il leur faut quelques heures pour devenir égaux à l'argent. Si on les éteint lorsque leur éclat est le plus vif et qu'on les essaie de suite, on les trouve inférieurs même au cuivre; et comme à mesure qu'ils se refroidissent leur pouvoir électro-moteur s'accroît rapidement, on peut supposer que lorsqu'ils sont encore rouges, ils ne sont pas au-dessus du zinc, si même ils ne doivent pas être rangés après lui.

L'oxide d'étain cristallisé à peine supérieur au cuivre donne des courans avec tous les métaux qui lui sont inférieurs, le zinc, le plomb, l'étain, etc., et ne donne aucun signe d'action quand on le met en communication avec des corps doués d'une force électro-motrice supérieure, l'argent, l'or, le carbure de fer et le manganèse gris.

Les déviations de l'aiguille, quand on se borne à en considérer le sens, sans avoir égard à leurs rapports numériques, peuvent au moins servir à ranger les corps suivant l'ordre de leurs forces électro-motrices. Mais il faut comparer une même substance à toutes les autres pour déterminer le rang qui lui appartient. Quand deux substances ont des pouvoirs très-peu différens, il est utile d'augmenter l'étendue des plaques.

Conducteurs de 1re classe sous le rapport de la force électro-motrice, et en commençant par ceux qui la possèdent au plus haut degré.

(Cet ordre est le même que donnerait la mesure des tensions.)

Charbon très-oxigéné, long-temps exposé à l'air;
Manganèse gris rayonné;
Manganèse oxidé métalloïde;
Pyrite de fer non cristallisée;
Pyrite de fer magnétique et magnésifère;
Pyrite arsénicale cristallisée;
Carbure de fer;
Pyrite de fer cubique;
Tellure natif aurifère;
Or;

Platine ;

Cuivre pyriteux ;

Tellure lamelliforme ;

Cobalt gris ;

Mine de cuivre gris ;

Nickel arsénical ;

Charbon ramené lentement à la température de l'air et récemment préparé ;

Protoxide de fer sulfuré. (Fragment de l'extrémité inférieure d'un conducteur de paratonnerre plongée pendant quarante ans dans un égoût.)

Sulfure de plomb ;

Argent rouge brillant ;

Argent arsénical et arsenic un peu oxidé ;

Mercure ;

Argent ;

Antimoine terne ;

Arsenic ;

Molybdène sulfuré ;

Oxide d'étain cristallisé ;

Cuivre terne ;

Antimoine brillant ;

Charbon peu après qu'on l'a éteint par une immersion subite dans l'eau ;

Nickel ;

Bismuth terne ;

Laiton très-oxidé ;

Cuivre brillant ;

Laiton ;

Fer oxidulé cristallisé ;

Fer ;

Plomb terne ;

Manganèse ;

Etain ;

Plomb brillant ;

Charbon essayé à l'instant où on vient de le plonger vivement enflammé dans l'eau ;

Zinc.

On n'a trouvé aucun indice de force électro-motrice dans l'oxide terreux de manganèse, le manganèse gris non rayonné, le manganèse sulfuré, l'argent rouge obscur, l'anatase rouge, le wolfram blanc en masse, le plomb vert ou molybdate de plomb, le sulfure de plomb antimonial, l'allanite, l'urane oxidulé, le sulfure de mercure, le fer spathique, le fer phosphaté, le chromate de fer natif, quelques variétés de fer magnétique et la blende.

TROISIÈME PARTIE.

Sur la Conductibilité des liquides.

SECTION PREMIÈRE.

Influence de la température.

La conductibilité des liquides augmente rapidement avec la température ; mais comme l'intensité du courant diminue en même temps que l'étendue du conducteur liquide qu'il doit traverser, il faut, pour que les résultats soient comparables, plonger les plaques à une distance toujours égale. M. Marianini renferme le liquide conducteur dans un vase peu profond qu'il plonge dans un bain d'eau ou de sable. La température est donnée

par un petit thermomètre à mercure dont la boule est enfoncée à égale distance de la surface et du fond.

Eau distillée. — Un couple cuivre et zinc présentant une surface de 7 pouces carrés en contact avec le liquide.

Température.		Déviations.	
	17°		0°.20′
	35		1 .30
	48		2 . 0
	75		4 . 0.

Eau distillée, zinc et carbure de fer. (Surface 6 pouces carrés.)

Tempér.	Déviat. correspond.
17°	1°. 0 à peine.
33	3 .40
54	4 .40
70	6 .30.

Eau distillée contenant $\frac{1}{100}$me *d'hydrochlorate de soude ; cuivre et zinc* (3 pouces carrés).

6	2°. 0
60	5 .30
70	7 . 0
80	10 . 0.

Par le refroidissement la conductibilité des liquides diminue, mais moins rapidement qu'elle n'avait augmenté. Ainsi le dernier couple, par le refroidissement du bain, a donné :

Temp. 80	10°. 0
60	7 .30
45	6 . 0
32	5 .30
24	5 . 0
10	3 . 0.

Ainsi le liquide ramené à 32° conduisait encore aussi bien le courant qu'il le faisait auparavant à 60°. Ce n'est qu'après un temps assez long que le liquide, refroidi, revient à sa conductibilité primitive. Cet effet est-il analogue à la propriété qu'ont les liquides de pouvoir retenir en dissolution, après le refroidissement, une quantité de substances salines qu'ils ne pourraient pas dissoudre à la même température? Il est encore sensible avec des dissolutions très-étendues et même avec l'eau distillée.

L'accroissement de conductibilité des liquides avec la température est d'autant moindre qu'ils sont par eux-mêmes plus conducteurs. Ainsi un couple plomb-zinc large de 6 lignes et enfoncé d'un pouce dans le liquide a donné les résultats suivans :

Tempér.	Eau distillée contenant $\frac{1}{100}$ d'eau de mer.	Eau distillée contenant $\frac{1}{300}$ d'hydrochl. de soude.	Eau de mer contenant $\frac{1}{20}$ d'hydrochl. de soude.
8	déviat. 0°.20′	2°.30′	6°. 0′
40	1 . 0	4 . 0	8 . 0
28	1 . 0	3 .45	6 .30
20	0 .45	3 .15	6 .15
15	0 .30	3 . 0	6 .15.

Les déviations à 8° de température sont $\frac{1}{3}$, $\frac{5}{8}$ et $\frac{3}{4}$ des déviations correspondantes à 40°.

Quand le liquide conducteur était de l'acide sulfurique étendu, dans l'intervalle de 8° à 50° de température, la déclinaison de l'aiguille, d'abord de 9°, s'élevait à peine à 11°.30′

Pour que l'on ne suppose pas que, dans le cas du courant le plus énergique, une portion puisse ne pas être transmise, on a choisi trois couples différens, plomb-zinc pour la première dissolution, argent et zinc pour la seconde, laiton et étain pour la troisième, de manière à ce que les trois déviations à 8° fussent égales. A 40°, elles étaient, dans le premier cas, 1°; dans le second, un peu plus de 0°.30′, et dans le troisième, tout au plus 0°.30′. Cette expérience confirme donc le résultat précédemment obtenu.

SECTION DEUXIÈME.

On sait qu'une pile composée d'un grand nombre de disques séparés par un liquide médiocrement conducteur produit une déviation moindre que ne le ferait un seul des couples agissant isolément. Cela paraît impliquer contradiction avec les premières expériences rapportées dans ce Mémoire. Mais ici la grande étendue de conducteur liquide ne peut plus être négligée.

Pour étudier son influence on a établi la communication entre deux plaques, zinc et carbure de fer, de 8 pouces de surface au moyen de l'eau distillée mélangée de $\frac{1}{20}$e d'eau de mer, et l'on a successivement éloigné les plaques. Voici les résultats :

Distances.		Déviations.
0 ponc.	2 lig.	3°.30′
0.	6	2 .45
1.	0	2 .20
1.	6	2 .•0
3.	0	0 .40
6.	0	0 .20
12.	0	0 .15
18.	0	à peine sensible.
24.	0	insensible.

Le décroissement d'action dû à l'augmentation de la distance est d'autant moins rapide que le conducteur est moins imparfait. Ainsi un couple zinc et carbure de fer de 3 pouces carrés de surface plongé dans trois mélanges a donné les résultats suivans :

Distances.		Eau distillée contenant $\frac{1}{1000}$ d'hydrochl. de soude.	Eau distillée contenant $\frac{1}{30}$ d'hydrochl. de soude.	Eau distillée contenant $\frac{1}{100}$ d'ac. sulfur. et $\frac{1}{30}$ d'hydrochl. de soude.
0 p. 3 lig.	déviat.	4°. 0	8°. 0	13°.30
1. 6		1 .45	5 .30	12 . 0
5. 0		1 . 0	3 . 0	8.30.

Dans l'eau distillée pure, une petite déclinaison produite par un large couple zinc, carbure de fer, les plaques n'étant qu'à une ligne de distance, devenait nulle dès qu'on les éloignait un peu. Dans l'acide sulfurique étendu, la même déclinaison produite par deux petites plaques étain et zinc ne variait pas sensiblement lorsque la distance de ces plaques s'élevait d'une ligne à plus d'un pouce.

Dans une pile composée d'un grand nombre d'élémens il est naturel de penser que la somme des couches liquides, indépendamment de l'effet des alternatives, affaiblit le courant, comme l'affaibliraient ces couches réunies en une seule et interposées entre deux plaques d'un élément unique. En effet, un appareil de six couples cuivre-zinc, séparés par de grandes tasses remplies d'eau de mer, de manière à ce que chaque intervalle liquide traversé par le courant fût de 5 pouces, ne produisait aucune déviation sensible. En réduisant ces intervalles à un demi-pouce, la déviation fut de 1°. On prit ensuite les deux plaques d'un seul couple; tenues en communication dans l'eau de mer à une distance de 30 pouces, somme des six intervalles dans la première des expériences précédentes, l'aiguille ne fut point mise en mouvement : rapprochées à 3 pouces l'une de l'autre (c'était la somme des intervalles dans le second cas), on observa comme précédemment une déviation de 1°.

Digression sur les causes qui rendent plus grande l'énergie des appareils construits suivant la méthode de Novellucci et de Wollaston.

La différence essentielle entre ces appareils et les anciens consiste en ce que le zinc est entouré de tous côtés par le cuivre. Ce n'est pas au trajet plus ou moins court (pour un conducteur aussi bon que l'eau acidulée) ou au contour plus ou moins direct parcouru par l'électricité, que l'on peut attribuer toute l'augmentation de force due à la nouvelle disposition. Pour s'en assurer, M. Marianini a enduit de cire, sur une de leurs faces,

une plaque de cuivre et une plaque de zinc. L'effet, 5° de déviation, lorsque les faces nues se regardaient, n'est pas descendu au-dessous de 4° 30′ lorsqu'une face nue regardait une face vernie, et même lorsque les faces opposées entre elles étaient vernies toutes les deux.

Il restait à examiner quelle influence peut avoir l'étendue de la surface cuivre plus grande ici que celle du zinc. Pour cela, M. Marianini prit deux couples; l'un, une lame de zinc entourée d'une feuille de cuivre repliée de part et d'autre; le second, une lame de cuivre enveloppée de la même manière par le zinc. Lorsque, plongé dans l'eau contenant $\frac{1}{100}$ d'acide sulfurique, le premier couple donnait une déviation de 27°, le second ne produisait qu'une déviation de 17°. En employant d'autres liquides conducteurs, on obtenait des résultats semblables. Les nouvelles piles ont donc un autre avantage que celui de doubler les surfaces en contact avec le liquide.

Quand on a voulu déterminer jusqu'à quel point il était avantageux d'augmenter relativement au zinc l'étendue du cuivre, les résultats ont été assez variables. Quelquefois l'effet paraissait croître encore lorsque ce métal avait cent fois la surface de l'autre; souvent quand le rapport de la seconde surface à la première était celui de 1 à 40, on n'apercevait plus d'augmentation sensible. On croit pouvoir assurer, 1°. que, tant que la surface zinc est plus du dixième de la surface cuivre, l'effet croît rapidement avec l'accroissement de la dernière surface, plus lentement à mesure qu'on s'éloigne de cette limite; que, par exemple, si l'on triple l'effet d'un couple dont les élémens sont égaux, en décuplant la surface

du cuivre baigné, on le rend à peine quadruple en rendant cette surface trente fois plus grande ; 2°. qu'en rendant la surface du zinc plus grande que celle du cuivre, on ajoute d'abord très-peu à l'effet ; bientôt même on n'ajoute plus rien d'appréciable.

Il est indifférent pour le résultat de joindre les plaques par le fil conducteur avant ou après leur immersion.

Dans le couple cuivre-carbure de fer où le cuivre est le métal positif, c'est le carbure dont il faut augmenter la surface pour augmenter l'effet. Tous les couples que l'on forme en combinant entre eux le zinc, le fer, le plomb, l'étain, le cuivre, le laiton, l'argent, l'or, le platine, donnent ce résultat général, qu'en augmentant la surface baignée du métal qui prend l'électricité négative sans changer la surface du métal positif, on augmente infiniment plus les effets de l'appareil que par le changement contraire.

Ce phénomène est-il plus explicable, dit M. Marianini, dans la *Théorie des deux fluides*, que ne le sont les apparences de lumière si différentes à l'extrémité des pointes diversement électrisées ? Comment, en augmentant le nombre des points vers lesquels tend à se porter l'électricité résineuse, n'augmenterait-on pas aussi bien la rapidité du courant qu'en multipliant les points vers lesquels se dirige l'électricité vitrée ? Si, au contraire, la plaque électrisée en plus contient un excès de fluide, en étendant la surface vers laquelle il s'échappe en tout sens, la rapidité du courant et les déviations devront s'accroître. Mais si on multiplie les points d'où s'échappe le fluide, sans étendre la surface qui doit le recevoir, produit en plus grande

quantité, il s'écoulera avec une moindre vitesse. (Les rédacteurs du *Journal de Pavie* ont émis la même opinion.)

Dans l'application, il est évident que l'effet d'un couple cuivre, zinc, à plaques égales, ne changera pas lorsqu'on réduira la surface zinc à $\frac{1}{7}$ de son étendue, si l'on augmente celle du cuivre de $\frac{1}{8}$ ou au plus de $\frac{1}{7}$. On épargne ainsi beaucoup de zinc dans la construction d'une pile. M. Marianini en a construit une de quatre couples : chaque feuille de cuivre a 52 pouces de long et 6 de haut; chaque bande de zinc la même longueur et seulement la hauteur d'un pouce. On les roule en spirale, comme l'ont indiqué MM. Oferhans, Michelotti, etc.

Ces couples, contenus dans des bocaux de verre, forment un appareil simple ou composé suivant la manière dont on établit les communications.

SECTION TROISIÈME.

Sur la Conductibilité de différens liquides.

L'auteur s'est proposé d'examiner la conductibilité de l'eau tenant en dissolution des acides, des alcalis ou des sels. Il a choisi pour unité le pouvoir conducteur de l'eau distillée à la température de 3 à 5° Réaumur. Mais la nécessité où l'on se trouve, pour obtenir des déviations appréciables, d'employer avec un liquide aussi peu conducteur de grandes plaques qu'il est difficile de regarder comme parfaitement homogènes, et plus encore la difficulté de conserver pure l'eau distillée qui, à Venise, se charge promptement de sels muriatiques, l'ont déterminé à comparer cette conductibilité prise pour unité, à celle d'un autre liquide, l'eau de mer, don

les propriétés sont également constantes. Celle-ci a servi ensuite de terme de comparaison avec les autres dissolutions.

Si l'on plonge dans l'eau de mer un couple quelconque et dans l'eau distillée un couple de même nature, mais d'une surface 5 fois moindre, on obtient des déviations 20 fois plus grandes dans le premier cas que dans le second. En admettant que les déviations sont proportionnelles aux conductibilités des liquides et aux surfaces des couples, le pouvoir conducteur de l'eau de mer sera donc 100, celui de l'eau distillée étant l'unité. C'est le rapport donné par Cavendish.

On a évité d'employer des couples trop différens en surface pour comparer des conductibilités très-différentes : autrement on pourrait supposer qu'une partie de l'électricité produite n'est pas transmise par le fil; on a même pris, autant que possible, des surfaces égales. Toutes les comparaisons ont été faites entre + 3° et + 6° de température; autrement il aurait fallu tenir compte de son influence sur la conductibilité, et deux ou trois degrés ont déjà une influence appréciable quand la surface des plaques est grande.

On a adopté la proportion de 100 parties d'eau pour 1 de la substance dissoute comme donnant des différences de déviation suffisamment appréciables, sans avoir sur les plaques une action trop vive.

Le pouvoir conducteur s'accroît à-peu-près comme les quantités de sels dissoutes; plus lentement quand on approche du terme de saturation. Ces accroissemens ne présentent pas de rapports simples avec les conductibilités propres des dissolutions. Ainsi les pouvoirs

conducteurs du sulfate de magnésie dissous dans 100 et dans 1000 parties d'eau sont entre eux :: 24 : 13. Ce rapport est pour deux solutions d'hydrochlorate de soude dans les mêmes proportions : celui de 5 à 3 ; celui de 27 à 11 pour l'oxalate de potasse, et de 9 à 4 pour l'acide sulfurique. Cependant, pour des substances dont la conductibilité diffère peu, l'auteur suppose l'accroissement de pouvoir proportionnel à ce pouvoir même, et se sert de ce principe pour déterminer la conductibilité des mélanges qu'il ne peut obtenir dans la proportion de 1 à 100.

Il est essentiel d'agiter le liquide, parce que les couches inférieures, quand il est en repos, ont souvent une conductibilité plus grande.

On s'est généralement servi d'un couple zinc et cuivre. Pour des solutions très-peu différentes en conductibilité, on a employé quelquefois des couples plus énergiques, comme zinc et carbure de fer ; mais il est arrivé que tandis qu'un liquide paraissait supérieur à un autre au moyen des couples zinc et cuivre, zinc et argent, il paraissait inférieur au moyen du couple plus puissant zinc et carbure de fer, bien qu'il n'eût pas, ainsi qu'on s'en assurait, perdu de sa conductibilité. C'est l'anomalie que présentent le sulfate acide d'alumine et de potasse comparé à l'hydrochlorate de soude ; l'acide nitrique étendu à la solution de nitrate d'argent ; l'hydrochlorate de platine à l'hydrochlorate d'or, etc.

Probablement les actions chimiques ou électro-motrices exercées entre le métal et le liquide sont la cause de ces anomalies. Il est certain que la méthode employée ici pour déterminer les différences de faculté

conductrice des liquides n'est pas toujours la plus convenable.

L'auteur propose pour obvier à cet inconvénient d'employer une boîte oblongue, vernie à l'intérieur, séparée en trois compartimens par deux diaphragmes d'or ou de platine. Dans celui du milieu on mettrait le liquide qu'il s'agirait d'essayer, dans les deux autres un liquide dont la conductibilité bien connue ne dépendrait pas de la nature des élémens métalliques. Les deux plaques formant le couple électro-moteur seraient plongées dans ces compartimens extrêmes. L'auteur n'a pas encore réalisé cet appareil.

Rapports des conductibilités de différentes solutions à celle de l'eau prise pour unité.

(La conductibilité de l'eau de mer est 100.)

Substances dissoutes dans 100 parties d'eau distillée.	
Hydrocyanate de soude	10,96
Acide hydrocyanique	18,27
Ammoniaque liquide	26,45
Soude	32, 6
Phosphate de potasse	44,74
Sous-borate de soude	45,31
Phosphate de soude	46, 0
Tartrate de potasse et d'antimoine	50, 7
Sulfate de zinc	51,64
Chlorate de baryte	53,23
Potasse	55,68
Proto-hydrochlorate de fer	56,53
Nitrate de chaux	57, 0

Acétate de potasse	59, 2
Nitrate de baryte	60
Protosulfate de fer	62,26
Tartrate acide de potasse	62, 4
Sulfate de magnésie	62,64
Acétate de soude	64, 9
Carbonate de potasse neutre	66, 7
Chlorate de potasse neutre	68, 9
Carbonate de soude	69, 2
Acide benzoïque	70,67
Mélanate d'ammoniaque	71,15
Sulfate de soude	74, 2
Benzoate de potasse	76,56
Nitrate de potasse	78, 3
Sulfate de potasse	80, 0
Hydrochlorate de soude	84,79
Sulfate acide d'alumine et de potasse	85, 0
Acide citrique	85,71
Acide acétique	87, 0
Tartrate de potasse	92, 0
Acide tartrique	98,66
Hydrochlorate de chaux	110
Acide phosphorique contenant un peu d'acide phosphoreux	127
Hydrochlorate d'ammoniaque ferrugineux	136
Oxalate de potasse	149
Hydrochlorate d'ammoniaque	150
Acétate de cuivre	154
Acide hydrochlorique	164
Acide oxalique	179
Acide sulfurique	239

Deutosulfate de cuivre	258
Protonitrate de mercure	278
Nitrate d'argent	298
Hydrochlorate d'or	307
Acide nitrique	358
Hydrochlorate de platine	418

L'aiguille indiquait la présence de $\frac{1}{20000}$ d'hydrochlorate de soude dans l'eau distillée.

L'alcool a une bien moindre conductibilité que l'eau distillée. Elle est à-peu-près 0,323. Elle s'augmente moins que celle de l'eau par d'égales quantités de sels dissous. Des solutions alcooliques contenant $\frac{1}{100}$me d'hydrochlorate de chaux, $\frac{1}{25}$me d'acide benzoïque, $\frac{1}{25}$me d'acide succinique, ont des pouvoirs conducteurs représentés par 24, 12 et 10. Les pouvoirs de solutions contenant $\frac{1}{500}$me, $\frac{1}{100}$me, $\frac{1}{25}$me et $\frac{1}{10}$me d'hydrochlorate de chaux, sont proportionnels aux nombres 8, 24, 46, 55. $\frac{1}{50}$me de sulfate de kinine dissous dans l'alcool augmente notablement sa conductibilité. Ce sel est insoluble dans l'eau.

De *l'Action des Alcalis et des terres alcalines sur quelques sulfures métalliques.*

Par Mr P. Berthier.

Ces recherches ayant été entreprises dans le but de perfectionner les moyens d'essai des substances métalliques par la voie sèche, et de jeter quelque lumière

sur certaines opérations métallurgiques, je n'ai eu à m'occuper que des sulfures des métaux utiles, ceux de plomb, de cuivre, de mercure, de zinc, d'étain et de fer. Ce qui concerne le sulfure d'antimoine a été traité ailleurs (*Annales de Chimie*, tome XXV, page 379).

Les alcalis caustiques décomposent tous ces sulfures. Les carbonates alcalins les décomposent tous aussi, mais seulement lorsqu'il y a contact de charbon; en l'absence du charbon il y a quelques sulfures sur lesquels ils n'ont aucune action. La baryte, la strôntiane et la chaux, mêlées de charbon, se comportent avec les sulfures comme les alcalis. Dans toutes ces décompositions, il se forme des sulfures à base des métaux alcalins ou alcalino-terreux, et ces sulfures retiennent en combinaison une certaine quantité du sulfure soumis à l'expérience. Cependant lorsque celui-ci a pour base un métal très-volatil, la décomposition peut en être complète. La proportion du sulfure qui reste dissous dans les sulfures alcalins dépend de plusieurs circonstances : la présence du charbon a toujours pour effet de la diminuer beaucoup; elle est d'autant moindre aussi que la fusion a lieu à une température plus élevée. La réduction à l'état métallique de la portion de l'alcali ou de la terre alcaline qui se combine avec du soufre s'opère, soit par l'action d'une portion du soufre du sulfure métallique, quand le métal est peu oxidable, et alors il se forme de l'acide sulfurique qui reste dans la scorie, combiné avec l'excès d'alcali, soit par l'action du métal lui-même lorsqu'il est très-oxidable. L'addition du charbon empêche l'acidification du soufre et

l'oxidation du métal : alors c'est ce corps qui réduit l'alcali ou la terre alcaline.

Nous allons voir quels sont les phénomènes que présentent, chacun en particulier, les sulfures métalliques dont il a été fait mention.

Sulfure de plomb (*galène*).

Quand on chauffe en vase clos, dans une cornue de porcelaine par exemple, de la galène mêlée avec du carbonate de soude, dans la proportion de moitié de son poids au moins (1 atome pour 1 atome), il s'en sépare environ 0,53 de plomb, et il se forme une scorie grise très-fluide dans laquelle on trouve beaucoup d'acide sulfurique. Lorsqu'on fait la même opération dans un creuset ouvert, le produit en plomb est moyennement de 0,63. Quand on se sert d'un vase large et plat, tel qu'un scorificatoire, qu'on chauffe graduellement et lentement sous la moufle d'un fourneau de coupelle, et qu'on tient pendant quelque temps la matière fondue exposée au contact de l'air, la galène donne ordinairement 0,75 de plomb et quelquefois jusques à 0,80; d'où l'on voit que l'action de l'air favorise beaucoup la séparation du plomb. Cela tient à ce que l'oxide de ce métal décompose le sulfure, lors même que celui-ci est en combinaison avec un sulfure alcalin. En effet, ayant fondu

24g de sulfure de sodium et de plomb

avec 10g de céruse,

j'ai obtenu 6g,5 de plomb, et la nouvelle scorie, colorée en jaune par un excès d'oxide de plomb, ne contenait plus de sulfures. Quand on chauffe lente-

ment le mélange de galène et de carbonate de soude, la galène se grille en partie avant que les matières se fondent, et il en résulte de l'oxide et du sulfate de plomb. Le sulfate est décomposé par le carbonate de soude et l'oxide réagit sur le sulfure et produit du plomb; en sorte qu'une partie de la galène est réduite sans l'intervention de l'alcali, d'où il suit qu'il doit se former moins de sulfure double, et que les scories retiennent moins de plomb que si l'on eût fondu rapidement et sans grillage. Lorsqu'ensuite on tient la matière en fusion au contact de l'air, un nouveau grillage s'opère et le plomb se sépare à l'état métallique, parce que s'il se formait de l'oxide, il serait à l'instant réduit par les sulfures, ou peut-être aussi parce qu'en présence d'un alcali le soufre est transformé en sulfate avant que le plomb puisse s'oxider. On conçoit qu'à la rigueur on pourrait séparer exactement tout le plomb de la galène par ce moyen; mais il est très-difficile d'arrêter l'opération au terme précis, et l'on peut craindre d'outre-passer ce terme et d'oxider du plomb. Quand on emploie ce mode d'essai, qui est très-bon, il faut mélanger à la galène quatre fois son poids de carbonate de soude. On peut remplacer ce flux par la potasse perlasse, le résultat est le même.

Si l'on chauffait le mélange de galène et de carbonate de soude dans le vide, il est probable que l'on n'obtiendrait que 0,49 de plomb, et qu'alors pour 7 atomes de galène 2 atomes de soufre se transformeraient en acide sulfurique, en réduisant 3 atomes de soude, que les 3 atomes de sodium mis en liberté se combineraient avec 6 autres atomes de soufre, et que les 3 atomes de galène

non décomposés resteraient dans la scorie en combinaison avec les 3 atomes de sulfure de sodium qui se seraient formés. Quand on opère dans une cornue, c'est sans doute l'action de la petite quantité d'air qui remplit la panse qui fait que l'on obtient un peu plus de 0,49 de plomb.

Toutes les matières qui cèdent facilement leur oxigène, le nitre par exemple, produisent sur les sulfures doubles d'alcali et de plomb le même effet que l'air atmosphérique. Si, après avoir fondu rapidement un mélange de 10 parties de galène et de 30 de carbonate de soude, on y ajoute 3 parties de nitre, on obtient en peu d'instans 7,5 à 7,8 de plomb. On a encore le même produit en fondant immédiatement le mélange des trois substances ; mais, dans ce cas, il ne se forme pas de sulfure alcalin : tout le soufre est acidifié par le nitre, et quand on emploie celui-ci dans la proportion strictement nécessaire, le plomb se sépare tout entier à l'état métallique.

On peut aussi désulfurer la galène par le nitre seul, mais alors il faut en employer deux fois autant que quand on y ajoute du carbonate de soude ou de potasse. Comme la déflagration est vive, il est difficile d'éviter de perdre quelque chose par projection, et l'on ne peut compter sur un résultat exact.

La présence du charbon favorise la désulfuration de la galène par les carbonates alcalins, en déterminant la réduction à l'état métallique d'une plus grande quantité d'alcali, et par suite la formation d'une plus grande proportion de sulfure alcalin : il paraît même que la séparation du plomb peut être presque complète. Une partie de galène fondue avec 4 parties de flux noir,

donne 0,75 de plomb ; avec 4 parties de crême de tartre, elle en donne jusqu'à 0,80 ; la matière brûle tranquillement et avec flamme jusqu'à la fin de l'opération. Quand on chauffe dans un creuset brasqué de charbon 1 partie de galène avec 3 ou 4 parties de carbonate de soude, le produit en plomb est de 0,74 à 0,75, et la scorie, qui est d'un gris rougeâtre, ne retient que très-peu de sulfure de plomb.

On sait que le fer décompose la galène; il sépare complètement aussi le plomb des scories qui le retiennent combiné avec des sulfures alcalins. La quantité de fer nécessaire pour opérer cette séparation est celle qui équivaut au sulfure de plomb dissout dans la scorie; mais on peut sans inconvénient en employer un certain excès, d'abord parce qu'il ne se combine pas avec le plomb, et en second lieu, parce que la portion qui ne s'unit pas au soufre, s'oxide aux dépens de l'acide sulfurique et de l'acide carbonique des sels alcalins que renferme la scorie, et forme avec les alcalis un composé très-fusible. J'ai trouvé par expérience qu'en fondant la galène avec 2 parties de carbonate de soude et 0,20 à 0,30 de fer métallique, on en retire 0,77 à 0,80 de plomb. En augmentant la proportion du flux, on peut porter celle du fer jusqu'à 0,50 : ce mode d'essai est excellent. On peut substituer au fer métallique un oxide pur mêlé de charbon, par exemple, 0,30 de battiture, et 0,05 de charbon.

La baryte et la chaux chauffées avec de la galène à une température un peu élevée, dans un creuset brasqué de charbon, la désulfurent partiellement : le plomb mis à nu reste disséminé en grenailles dans la scorie,

qui est composée de sulfure double formé et de l'excès de la terre.

Sulfure de cuivre.

Le carbonate de soude et le carbonate de potasse sont absolument sans action sur le sulfure de cuivre ; en quelque proportion qu'on emploie le carbonate alcalin, le sulfure de cuivre se réunit en culot sous ce carbonate fondu, et il ne se sépare pas la moindre trace de cuivre métallique. Cependant la potasse perlasse (carbonate de potasse du commerce) réduit en partie le sulfure de cuivre, et en employant 6 fois autant de potasse perlasse que de sulfure, on peut obtenir jusqu'à 0,40 de cuivre rouge ; il se forme en même temps une masse brune cristalline qui recouvre le culot de cuivre et une scorie saline incolore, qui n'est autre chose que du carbonate de potasse fondu. Cette différence dans la manière d'agir du carbonate de potasse pur et de la potasse perlasse, m'a fait penser que celle-ci ne décomposait le sulfure de cuivre qu'à la faveur de la potasse caustique qu'elle renferme. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fondu les mélanges suivans :

	1°.	2°.	3°.
Sulfure de cuivre,	5g	5g	5g
Soude caustique,	5	10	10
Carbonate de soude,	10	20.	

Le premier m'a donné 0g,75 de cuivre rouge = 0,15, enveloppé d'une matte semblable à du sulfure de cuivre et recouvert de carbonate de soude fondu ; le second, 1g,4 de cuivre = 0,28, etc., et le troisième 1g,6 de cuivre = 0,32, et une scorie compacte et brune. Les

alcalis caustiques (hydrates de deutoxides) décomposent donc le sulfure de cuivre.

J'ai voulu voir si le charbon favoriserait l'action désulfurante des alcalis, comme cela était probable ; pour cela j'ai fondu,

5g de sulfure de cuivre ;
5 de soude caustique ;
et 2 de charbon en poudre.

J'ai obtenu 2g,65 de cuivre rouge = 0,53 et une scorie homogène, compacte, à cassure grenue, un peu luisante, et d'un brun foncé.

Il se pouvait que la présence du charbon déterminât la désulfuration du cuivre par les carbonates alcalins. Pour connaître l'action simultanée de ces deux substances, j'ai fondu,

Sulf. de cuiv.,	9,92 — 2 at.	9,92 — 1 at.	9,92 — 1 at.
Carb. de soude,	6,66 — 1	19,98 — 1 $\frac{1}{2}$	19,98 — 1 $\frac{1}{2}$
Charbon,	1,46	2,00	4,50.

Le premier mélange m'a donné 3g,8 de cuivre rouge et une matte homogène, noire, métalloïde, cristalline et composée de prismes aciculaires entre-croisés. Dans cette expérience, il est évident que la moitié du sulfure a été décomposée, et que l'autre moitié s'est combinée avec le sulfure de sodium qui s'est formé. Le résultat est le même quand on chauffe le mélange de sulfure et de carbonate de soude sans charbon dans un creuset brasqué.

Le second mélange a produit 4g,9 de cuivre et une matte homogène noire et mate.

Le troisième a donné un culot de cuivre rouge pesant 5g,1 et une scorie d'un rouge-brun, toute pénétrée de

grenailles de cuivre : en la délayant dans l'eau, il est resté 1,9 de ces grenailles, et la liqueur tenait du sulfure de cuivre en suspension. Ainsi au total on a obtenu 7^g de cuivre; en élevant la température, le produit est encore plus considérable.

$9^g,92$ sulfure de cuivre 1 at.
39 ,96 carbonate de soude 3

chauffés dans un creuset brasqué, à la température de 150° pyrométriques, ont donné $7^g,5$ de cuivre rouge, surmonté d'une matte noire, spongieuse et d'un petit volume, et toute la brasque était imbibée de carbonate de soude. On voit qu'à l'aide du carbonate de soude et du charbon et en chauffant très-fortement, on peut décomposer le sulfure de cuivre à-peu-près complètement.

Les corps oxigénans et le fer métallique séparent, du moins en partie, le cuivre contenu dans les scories alcalines sulfureuses. Lorsqu'on tient ces scories en fusion avec le contact de l'air, elles abandonnent du cuivre ; il en est de même si l'on y ajoute une certaine quantité de nitre.

Le nitre pur décompose totalement le sulfure de cuivre.

Avec 100 de sulfure 1 at.
77 de nitre $\frac{3}{10}$

on a facilement 66 à 70 de cuivre; mais l'air ambiant contribue toujours un peu à l'oxidation, et les scories sont colorées en rouge par du protoxide de cuivre. On peut diminuer un peu la proportion du nitre pour compenser cet effet, mais l'on arrive difficilement au terme précis de la désulfuration.

Le fer métallique, en quelque proportion qu'on l'em-

ploie, ne précipite qu'en partie le cuivre des scories sulfureuses, parce que le sulfure de fer qui se forme retient une portion du sulfure de cuivre par une affinité très-forte, et qu'un excès de fer ne peut pas vaincre.

Si l'on chauffe ensemble du sulfure de cuivre, du fer métallique et du carbonate de soude, on obtient des proportions de cuivre qui varient avec les proportions de fer et de carbonate-soude, mais qui ne dépassent jamais 0,60. On arrive à ce résultat *maximum* en employant au moins 4 parties de carbonate alcalin et 0,30 à 0,40 de fer (1).

9g,92	sulfure de cuivre	2 at.
9 ,57	baryte caustique	1
0 ,38	charbon	1
19 ,87		

ont été chauffés dans un creuset brasqué à la tempé-

(1) On ne peut pas extraire la plus petite portion de cuivre du minerai de cuivre pyriteux (sulfure double de fer et de cuivre *CFS*⁴) par les carbonates alcalins et par le fer métallique. Avec 1, 2, 3, 4 at. et plus de potasse perlasse, il donne une scorie homogène noire et cristalline qui contient tout le cuivre à l'état de sulfure : avec le flux noir le résultat est le même. Quand on ajoute au flux noir de la limaille de fer en excès, comme moitié du poids du minerai, le mélange fond en une scorie noire cristalline, dans laquelle on aperçoit une multitude de particules de limaille non oxidées, mais qui ne contient pas la moindre grenaille de cuivre rouge.

J'ai trouvé qu'en mélangeant au minerai et au carbonate alcalin une certaine proportion de nitre, tout le fer est oxidé

rature de 150° pyrométriques. Le culot qu'on a obtenu pesait 18g,20, d'où l'on voit que la baryte a dû être réduite en grande partie à l'état métallique. Ce culot était fondu, mais scoriforme, noir, à cassure lamelleuse,

---

et que le cuivre pyriteux donne soit du sulfure de cuivre sans sulfure de fer, soit du cuivre métallique, soit l'un et l'autre à la fois; mais la matière reste pâteuse à cause de l'abondance de l'oxide de fer; on lui donne toute la fluidité nécessaire pour que les particules métalliques puissent se réunir en culot en y ajoutant une certaine quantité de borax et de carbonate de soude.

Avec	10g	de cuivre pyriteux,
	10	de nitre,
	20	de carbonate de soude
et	10	de borax,
	50	

on obtient 5g,6 de sulfure de cuivre recouvert d'une scorie compacte vitreuse brune; par-dessus laquelle il y a une couche épaisse de matières solides, principalement composée de sulfate alcalin.

Avec	10g	de cuivre pyriteux,
	19	de nitre,
	20	de carbonate de soude,
et	10	de borax,
	59	

on obtient 2g,9 de cuivre rouge.

On conçoit que, pour un minerai donné, en recherchant par tâtonnement la proportion de nitre strictement nécessaire, on parviendrait à en extraire par ce moyen la totalité du cuivre.

et il était mêlé d'assez grosses grenailles de cuivre rouge.

19g,84	sulfure de cuivre	2 at.
7 ,12	chaux caustique	1
0 ,75	charbon	1
27 ,71		

chauffés de la même manière ont donné un culot poreux, grenu, à grains cristallins et brillans, métalloïde et mêlé d'une multitude de très-petites grenailles de cuivre; il s'est donc formé un sulfure double de cuivre et de calcium.

Dans l'espoir d'obtenir une scorie bien fluide, on a chauffé comme ci-dessus :

9g,92	sulfure de cuivre	2 at.
6 ,66	carbonate de soude	1
6 ,30	carbonate de chaux	1
22 ,88.		

Mais le culot était scoriforme, et le cuivre métallique s'y trouvait disséminé en grenailles. On l'a traité par l'acide muriatique faible; il y a eu un grand dégagement d'hydrogène sulfuré, et il est resté des grenailles métalliques mêlées d'une boue noire de sulfure de cuivre. Il a été facile de recueillir les grenailles par le lavage; elles ont pesé 6g,2 : le carbonate de soude seul n'en aurait donné que 3,8; le carbonate de chaux a donc contribué pour beaucoup à la désulfuration.

Sulfure de mercure (cinabre).

29g,34	de cinabre	1 at.
13 ,32	carbonate de soude	1
42 ,66		

ont été chauffés graduellement dans une cornue de por-

celaine jusqu'à la chaleur blanche. Avant la chaleur rouge et presque tout-à-coup, il s'est dégagé une grande quantité de mercure métallique; après le refroidissement, on a trouvé dans le col de la cornue quelques gouttes de mercure, mais il n'y avait pas la moindre trace de cinabre sublimé; la matière contenue dans la panse était bien fondue, compacte, d'un brun jaunâtre, à cassure grenue, mate et opaque : elle se composait de sulfure sulfuré de sodium, de sulfate de soude et d'un peu de sulfure de fer provenant du cinabre, mais elle ne retenait pas de sulfure de mercure : ainsi la réduction de ce sulfure avait été complète.

14g,67	de cinabre	1 at.
3 ,06	chaux caustique	1
2 ,00	charbon en poudre	
19 ,73		

chauffés comme l'essai précédent, ont donné beaucoup de mercure sans qu'il se soit sublimé de cinabre, et il est resté dans la panse une matière grise, pulvérulente, pesant 6g, qui se composait de sulfure de calcium, mêlé de charbon et de quelques particules étrangères qui souillaient le cinabre, mais qui ne retenaient pas sensiblement de mercure. Dans cette expérience, la chaux a désulfuré complètement le mercure à la faveur du charbon.

Le charbon seul a aussi la propriété de décomposer le cinabre. Il se forme du sulfure de carbone; mais comme le sulfure de mercure est presque aussi volatil que le métal, il y en a toujours une certaine quantité

qui se sublime en échappant à l'action du charbon : cette quantité est proportionnellement d'autant plus grande que la masse sur laquelle on opère est plus petite, et elle serait nulle si l'on faisait passer la vapeur à travers du charbon. Néanmoins en grand comme en petit, il vaut mieux employer un mélange de chaux et de charbon pour décomposer le cinabre, que le charbon seul.

Sulfure de zinc (blende).

Le carbonate de soude et le sulfure de zinc réagissent l'un sur l'autre à la chaleur rouge avec bouillonnement, mais sans qu'il se dégage de zinc métallique. On obtient une matière homogène bien fondue, compacte, d'un blond clair et opaque. Quand on emploie 1 atome de carbonate de soude (666) pour 1 at. de sulfure de zinc (604), cette matière contient du sulfure sulfuré de sodium, du sulfure de zinc et de l'oxide de zinc; la soude est donc réduite par le zinc, et il ne se forme pas d'acide sulfurique, si ce n'est en petite quantité et seulement par l'effet du contact de l'air atmosphérique. Comme le sulfure de sodium se trouve contenir plus de soufre que le sulfure au *minimum*, il faut qu'une portion du zinc du sulfure s'oxide aux dépens de l'acide carbonique du carbonate alcalin.

Quand on ajoute du charbon au carbonate de soude, il ne se forme plus d'oxide de zinc; mais il se sublime une quantité équivalente de zinc métallique.

La chaux désulfure aussi la blende à l'aide du charbon; la quantité de zinc métallique qui se sublime est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

6g,04	sulfure de zinc (1)	1 at.
5 ,34	chaux caustique	1 at. $\frac{1}{2}$
1 ,00	charbon en poudre	
12 ,38		

ont été chauffés jusqu'à 50° pyrométriques dans une petite cornue de porcelaine : il est resté une matière pulvérulente grisâtre, pesant 10g,7, et on a trouvé vers l'extrémité du col de la cornue, sur une longueur de 5 à 6 centimètres, un dépôt de zinc métallique en gros-

(1) Pour préparer le sulfure de zinc pur, je fais dissoudre du zinc étiré en fil ou en feuilles minces dans l'acide sulfurique ; je sépare une petite quantité de plomb et de charbon qui se dépose, j'évapore à sec et j'ajoute quelques gouttes d'acide nitrique pour suroxider le fer; je calcine légèrement pour décomposer une partie des sulfates, et je reprends par l'eau : si la liqueur contient encore du fer, ce que l'on reconnaît au moyen d'un prussiate, je réitère l'opération, et quand il n'y a plus de fer j'ajoute quelques gouttes d'hydrosulfate d'ammoniaque à la dissolution pour précipiter une trace de plomb qui pourrait y rester ; j'évapore et je dessèche. En chauffant lentement dans un creuset brasqué, jusqu'à la chaleur blanche, le sulfate pur ou mêlé avec 15 pour 100 de charbon, on le réduit en sulfure ; mais comme il arrive presque toujours qu'une partie du sulfate est décomposée par la chaleur avant que le charbon ait pu la réduire, le sulfure est mélangé d'un peu d'oxide ; on le purifie en le traitant par l'acide muriatique pur et étendu, qui dissout facilement l'oxide et n'attaque que faiblement le sulfure : on lave et on dessèche. Le sulfure de zinc pur est pulvérulent et aussi blanc que l'oxide.

ses gouttelettes : la quantité devait en être d'environ $1^g,32 = 0,22$, c'est-à-dire, du tiers de ce qu'en contient la blende.

$6^g,04$	sulfure de zinc	1 at.
6 ,32	carbonate de chaux	1
12 ,36		

chauffés dans un creuset brasqué à la température de 150° pyrométriques, ont donné un culot peant $4^g,6$, spongieux, friable, à grains cristallins et d'un blanc légèrement jaunâtre : il s'est dissous dans les acides avec un grand dégagement d'hydrogène sulfuré, et on n'y a trouvé qu'une très-petite quantité de sulfure de zinc : plus des cinq sixièmes de ce sulfure ont dû être réduits dans l'opération.

Il pourrait être utile d'essayer si ce moyen de traiter la blende ne pourrait pas être employé en grand avec avantage, et s'il ne serait pas plus économique que le moyen qu'on suit généralement, moyen qui consiste à griller le sulfure et à réduire ensuite l'oxide par le charbon.

Sulfure d'étain.

Le carbonate de soude agit sur le sulfure d'étain comme sur le sulfure de zinc, c'est-à-dire qu'il le décompose partiellement en oxidant une certaine quantité de métal. Lorsqu'il y a contact ou mélange de charbon, la portion d'étain, qui sans cela se serait oxidée, se sépare à l'état métallique.

$9^g,37$	protosulfure d'étain	1 at.
6 ,66	carbonate de soude	1
16 ,03		

chauffés dans un creuset brasqué, à la chaleur blanche,

donnent environ 3g,67 d'étain, moitié de ce qu'en contient le sulfure, et une scorie compacte, grise, sans éclat métallique, qui doit être composée d'un demi-atome de sulfure d'étain et d'un demi-atome de sulfure de sodium mêlés de carbonate de soude.

11g,36	or mutif (persulfure)	1 at.
13 ,32	carbonate de soude	2
24 ,68		

chauffés comme dans l'expérience précédente, n'ont donné que 1g,7 d'étain, c'est-à-dire le quart environ de ce qu'en contenait le sulfure et moitié moins de ce qu'en donne le protosulfure.

En augmentant la proportion de carbonate alcalin, on obtient une plus grande quantité d'étain; mais il ne paraît pas qu'aux températures ordinaires des petits fourneaux d'essai on puisse jamais extraire du sulfure plus des $\frac{3}{4}$ de ce qu'il en contient. Avec 5 parties de flux noir il en donne facilement 0,55.

Sulfure de fer.

Le sulfure de fer est très-facilement attaqué par les carbonates alcalins. Le protosulfure artificiel, chauffé avec une à deux parties de carbonate de soude ou de potasse, se fond à la chaleur rouge en une matière très-fluide qui par le refroidissement se prend en une masse homogène noire, cristalline et très-magnétique. Si l'on fait digérer cette matière dans l'eau, il se dissout du sulfure alcalin un peu sulfuré, et qui ne contient qu'une très-petite quantité d'acide sulfurique, ce qui prouve que c'est le fer, et non pas le soufre, qui

enlève l'oxigène à la portion d'alcali qui se transforme en sulfure. Il est probable que, dans cette opération, le fer n'est amené qu'au premier degré d'oxidation : la matière fondue doit donc être un mélange de deux composés, l'un formé de sulfure alcalin et de sulfure de fer, et l'autre d'alcali et de protoxide de fer.

Lorsqu'il y a contact de charbon, le sulfure de fer est décomposé par les carbonates alcalins, de telle sorte qu'il s'en sépare du fer métallique; et si l'on chauffe suffisamment, le fer, séparé, se fond en culot et se détache nettement de la scorie.

10g,80	protosulfure de fer artificiel	1 at.
13 ,32	carbonate de soude	1
24 ,12		

soumis à une température de 150° dans un creuset brasqué, ont donné un culot de fonte blanche, cristalline, mais s'aplatissant sensiblement sous le marteau avant de se rompre, et pesant 5g,3 = 0,51, c'est-à-dire plus des $\frac{4}{5}$ de la quantité de fer contenue dans le sulfure. La scorie était lamelleuse, d'un noir métalloïde un peu bronzé : elle avait dû être très-fluide, car il s'en était infiltré dans la brasque.

A la faveur du charbon, la baryte et la chaux décomposent aussi en grande partie le sulfure de fer, mais comme le sulfure double qui se forme est très-peu fusible, le fer métallique reste disséminé en particules à peine visibles dans ce sulfure.

On a chauffé dans un creuset brasqué, à la chaleur de 150°,

$10^g,80$	proto-sulfure de fer	1 at.
19,12	baryte caustique	1
29,92;		

on a eu un culot scoriforme composé d'une substance grisâtre, lamellaire et pierreuse, dans laquelle on voyait briller une multitude de petits grains cristallins, d'un gris métallique éclatant. On a broyé le culot et on l'a traité par l'eau bouillante; la dissolution contenait beaucoup de sulfure de barium : on a traité le résidu par l'acide acétique, qui a encore dissout du sulfure de barium et un peu de fer, avec dégagement d'hydrogène sulfuré; ensuite la partie non attaquée par l'acide acétique s'est dissoute lentement dans l'acide sulfurique et avec dégagement constant de gaz hydrogène presque inodore, ce qui prouve qu'elle ne contenait que très-peu de sulfure de fer : ainsi ce sulfure avait été à-peu-près complètement décomposé par la baryte.

Les sulfures métalliques qui, comme on vient de le voir, sont si facilement décomposés par les alcalis et les terres alcalines à l'aide du charbon, deviennent tout-à-fait inattaquables par ces bases quand elles sont combinées ou quand elles peuvent se combiner avec une certaine proportion de silice ou d'acide borique. Ainsi le verre blanc ordinaire et le borax n'ont absolument aucune action sur les sulfures métalliques. Le bisilicate de chaux ou un mélange de chaux et de quartz dans les proportions qui constituent le bisilicate n'agit aucunement sur le sulfure de fer, même à une température très-élevée : mais lorsque le sel (silicate ou borate) contient un certain excès de base, une portion de cette

base reste en combinaison avec l'acide, tandis que l'autre portion se réduit à la faveur du charbon, et décompose une certaine quantité de sulfure. La chaux décompose une quantité très-notable de sulfure de fer quand elle se trouve avec la silice dans une proportion telle qu'elle puisse former un silicate ou même un composé qui s'approche plus du silicate que du bisilicate. Ces considérations conduisent à une conséquence importante relativement au traitement des minerais de fer par le coak : comme ce combustible contient toujours des pyrites, et que le minerai des houillères, qui est celui que l'on traite plus fréquemment de cette manière, en renferme souvent aussi, on voit de suite que pour obtenir de la fonte qui contienne le moins possible de soufre, il convient de surcharger les laitiers de *castine* : cependant il y a une limite que l'on ne peut pas dépasser, parce que, à mesure que la proportion de la chaux augmente au-delà de celle qui constitue le bisilicate, la fusibilité du laitier diminue. Une longue expérience a dû faire connaître en Angleterre quelle est la proportion qui remplit le mieux toutes les conditions désirables ; j'ai trouvé, d'après l'examen que j'ai fait du laitier de plusieurs hauts fourneaux, que cette proportion est telle que dans les laitiers la silice contient à-peu-près autant d'oxigène que toutes les bases réunies. Voici la composition des laitiers qui ont été analysés :

	DOULAIS.		DUDLEY.	S^{T}-ETIENNE.	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Silice.	0,404	0,370	0,406	0,366	0,388
Chaux.	0,384	0,384	0,322	0,324	0,370
Magnésie.	0,052	0,042	trace.	0,048	00,32
Alumine.	0,112	0,132	0,168	0,184	0,152
Protoxide de mang.	. . . . .	0,026	0,020		
Protoxide de fer. . .	0,038	0,012	0,104	. . . . .	0,044
Soufre.	trace.	0,014	. . . . .	0,010	0,008
Calcium.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,024	
	0,990	0,980	1,000	0,996	0,990

(1) Fourneau de Doulais, près Mertyrthidvil, dans le pays de Galles. Laitier qu'on obtient quand le travail donne un bon résultat, c'est-à-dire quand la fonte est de bonne qualité. Ce laitier est compacte, pierreux, mêlé de parties vitreuses, couleur purée de pois: on y trouve souvent dans les cavités des cristaux en prismes réguliers octogones tronqués nets de plusieurs millimètres de longueur. Cette forme est celle de l'idocrase dont la composition paraît être assujétie à la formule

$$AS + 2\left\{\begin{matrix} c \\ mg \\ mn \\ f \end{matrix}\right\} S:$$

or, telle est aussi, à très-peu près, la composition du laitier cristallisé de Doulais : on peut donc le considérer comme de l'idocrase artificielle mêlée d'une petite quantité de bisilicate de chaux.

(2) Haut fourneau de Doulais ; laitier qui se produit quand la fonte est de mauvaise qualité : il est compacte, pierreux, noir et opaque. L'acide muriatique l'attaque fortement avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré, et le décompose complètement. Fondu sans addition au creuset brasqué, il ne change point d'aspect, et il donne quelques grenailles de fonte qui pèsent environ 0.01. Pour doser le soufre, on en a fondu une certaine quantité au creuset d'argent avec du nitre, et l'on a recherché l'acide sulfurique qui s'est formé. La couleur noire de ce laitier porte à croire que le soufre qu'il renferme y est combiné en partie avec du manganèse.

(3) Haut fourneau de Dudley près Birmingham ; laitier ordinaire. Il est compacte, grisâtre, et à cassure vitreuse. Les acides ne l'attaquent que difficilement. Toutes les bases y sont à-peu-près à l'état de silicate. Il est surprenant qu'il contienne autant de fer.

(4) Haut fourneau du Janon, près Saint-Etienne ; laitier qui se produit quand on obtient de la fonte grise, c'est-à-dire quand le travail va le mieux possible. Il est vitreux, gris bleuâtre, nuancé de gris noirâtre, demi-transparent dans quelques parties, complètement attaquable par les acides avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré. Je suppose que le soufre y est pour la plus grande partie combiné avec du calcium.

(5) Haut fourneau du Janon ; laitier qui se produit quand on obtient de la fonte blanche. Il est pierreux, d'un gris noirâtre nuancé de brun, à cassure inégale, luisante, ayant quelque tendance à la cassure lamelleuse. Les acides l'attaquent avec dégagement d'hydro-

gène sulfuré. Le soufre y est probablement combiné en partie avec du fer et en partie avec du calcium. La composition de ce laitier diffère si peu de celle du précédent, que l'on doit croire qu'il n'a aucune influence sur la nature de la fonte, et que celle-ci ne devient blanche que par l'effet d'un refroidissement fortuit dans le fourneau.

Le haut fourneau du Creusot, le seul marchant au coak qui existât en France il y a quelques années, ne produisait que de mauvaise fonte; il paraît que cela provenait principalement de ce que le minerai n'était pas soumis dans ce fourneau à une température assez élevée; mais il est probable aussi que la composition des laitiers contribuait pour quelque chose à amener ce fâcheux résultat. Ces laitiers contenaient :

Silice,	0,496;
Chaux,	0,302;
Alumine,	0,150;
Protoxide de fer,	0,030.
	0,978.

Ils renfermaient donc beaucoup moins de chaux que ceux d'Angleterre et de Saint-Etienne; leur action désulfurante devait par conséquent être très-faible.

Le sulfure de calcium est infusible par lui-même, et il ne forme pas de combinaisons avec les silicates; mais il peut se mêler intimement avec ceux-ci, et lorsqu'il n'est pas en trop forte proportion, il diminue peu leur liquidité. J'ai fondu au creuset brasqué,

9 de verre,
1 de sulfure de calcium;

j'ai obtenu un culot bien fondu, compacte, vitreux, transparent dans la plus grande partie de sa masse, mais opaque ou émaillé dans d'autres parties. En examinant les parties émaillées, j'ai reconnu qu'elles contenaient plus de sulfure de calcium que les parties transparentes.

10g de verre à pivette,
10g de sulfure de calcium,

chauffés au creuset brasqué comme un essai de fer, ont donné un culot bien fondu, parfaitement homogène et à cassure luisante, mais il était très-bulleux, ce qui prouve qu'il n'avait été qu'en fusion pâteuse. Il avait une forte saveur sulfureuse. Par l'eau, on pouvait en séparer du sulfure de calcium; il faisait avec l'acide muriatique une vive effervescence due au dégagement d'une grande quantité d'hydrogène sulfuré; le sulfure de calcium n'y était donc que mélangé; mais ce qui est assez extraordinaire c'est que la matière du culot formait une gelée abondante avec l'acide muriatique, quoique le verre à pivette soit tout-à-fait inattaquable par cet acide: il est probable qu'une certaine quantité de sulfure de calcium aura été décomposé et transformé en chaux par l'eau en vapeur qui s'est dégagée de la brasque, que la chaux formée s'est combinée avec le verre, et que celui-ci est devenu par là attaquable par les acides.

Il suit de tout ce qui vient d'être dit que les silicates qui contiennent un excès d'une terre alcaline décomposent en partie les sulfures métalliques à la faveur du charbon. Un mélange de silicate et d'un sulfate à base de terre alcaline produit l'effet inverse, c'est-à-dire, qu'un pareil mélange, chauffé au milieu du charbon

avec un métal ou un oxide métallique réductible, amène une portion du métal à l'état de sulfure. Cet effet se remarque souvent dans les ateliers métallurgiques : c'est ainsi qu'à Chessy, lorsqu'on fond des minerais qui contiennent du sulfate de baryte, on obtient beaucoup plus de matte et des scories moins ferreuses que quand la gangue n'est pas mêlée de sulfate. (*Annales des Mines*, tom. v, pag. 530.) En général la quantité de sulfure métallique qui se forme est d'autant plus grande que la proportion de la silice est plus considérable, parce que cette substance, exerçant une forte affinité sur la terre, la prend toute entière en combinaison et mettant l'acide sulfurique en liberté, permet au soufre de se combiner avec le métal; tandis que quand la silice est en petite proportion, elle ne décompose qu'une partie du sulfate et laisse le reste se réduire en proto-sulfure alcalin, qui est sans action sur les métaux.

Phosphures.

Je ne sais pas comment se comportent les alcalis avec les phosphures métalliques; mais j'ai examiné ce qui se passe lorsque l'on chauffe du phosphate de chaux au contact du charbon, avec des silicates et des oxides métalliques, parce que cela présente quelque intérêt sous le point de vue métallurgique. Le phosphate de chaux est irréductible par le charbon, même à la température la plus élevée des fourneaux d'essai; il peut se combiner avec les silicates sans se décomposer; mais quand on le chauffe au milieu du charbon avec de la silice, ou avec un silicate contenant un grand excès de silice, il arrive qu'une partie du phosphate se com-

ine avec la silice, et que l'autre partie est décomposée le telle sorte que la chaux entre dans la combinaison erreuse, et que l'acide phosphorique volatilisé est réluit par le charbon sans qu'il se forme de phosphure le calcium. Si l'on ajoute au mélange un métal ou un xide métallique réductible, le phosphore se fixe sur e métal et l'on peut obtenir un phosphure métallique our et saturé.

10g	de	phosphate de chaux calciné,
5		quarz,
5		argile calcinée,
20,		

chauffés dans un creuset brasqué à 150°, ont donné un culot très-dur et très-tenace, à demi-fondu, pesant 17g; il s'est donc volatilisé 3g d'acide phosphorique, c'est-à-dire à-peu-près les deux tiers de ce qu'en contenait le phosphate. La quantité d'acide qui se décompose est d'autant plus grande que l'on emploie une plus grande quantité de silice, d'où il suit que si l'on veut faire en sorte qu'il se combine le moins possible de phosphore à un métal que l'on fond avec du phosphate de chaux et un silicate, il faut charger ce silicate d'un excès de base. Ainsi, quand on a à traiter des minerais de fer mélangés de phosphate de chaux, tels que sont presque toujours les fers carbonatés des houillères, il est avantageux d'y ajouter autant de *castine* que les laitiers peuvent en prendre sans cesser d'avoir la fusibilité convenable, tout comme nous avons vu que cela doit se faire lorsque ces minerais ou le combustible sont sulfureux. Il faut observer néanmoins que la présence d'un métal facilite la décomposition du phosphate de chaux par la silice, et qu'ainsi il

ne paraît pas possible d'éviter qu'il se forme une certaine quantité de phosphure de fer dans les hauts fourneaux.

Lorsque l'on veut préparer des phosphures métalliques avec du phosphate de chaux, il est nécessaire que la scorie soit bien fusible afin que le phosphure puisse se réunir en culot ou tout au moins en grenailles. J'ai essayé divers mélanges : on réussit avec 10 de phosphate de chaux (os calcinés), 5 de sable quarzeux et 5 de carbonate de soude; mais il est encore meilleur d'employer 10 de phosphate de chaux, 5 de quarz et 5 de borax : ce mélange donne une scorie compacte, sans bulles, vitreuse, transparente et opaline. A 100 parties de matières mélangées on ajoute 30 à 40 parties d'oxide métallique en poudre ou de métal en limaille fine, et l'on chauffe dans un creuset brasqué au fourneau d'essai pendant une heure. Si la masse est petite, la réduction se fait par cimentation; mais si elle est un peu considérable, il convient, pour accélérer l'opération, d'introduire dans le mélange de la poussière de charbon dans la proportion d'environ 10 parties pour 100 de phosphate de chaux.

J'ai préparé par ce procédé les phosphures de cuivre, de cobalt, de nickel et d'étain. Le phosphure de cuivre est d'un gris éclatant, très-cassant et sensiblement lamelleux : il se fond à la chaleur rouge. Le phosphure de cobalt est d'un blanc éclatant très-fragile, lamelleux, et présente souvent dans les cavités des aiguilles prismatiques entre-croisées : il n'est pas magnétique. Il est très-fusible.

Le phosphure de nickel ressemble sous tous les rapports au phosphure de cobalt.

Le phosphure d'étain a la couleur du plomb : il est demi-ductile comme le proto-sulfure : sa structure est feuilletée.

Je n'ai pas pu obtenir le phosphure de manganèse, l'oxide est resté combiné dans la scorie, et il ne s'en est réduit qu'une quantité insignifiante.

Observations *sur la Température de l'homme et des animaux de divers genres.*

Par M. John Davy.

(Extrait.)

Les observations de M. John Davy ont été faites en Angleterre, à Ceylan, et pendant un voyage dans l'Inde; je rapporterai d'abord les conséquences que cet habile chimiste en déduit : le lecteur parcourra ainsi avec plus d'intérêt les tableaux qui suivent.

1°. La température de l'homme s'accroît quand il passe d'un pays froid ou même tempéré à un pays chaud.

2°. Les habitans des pays chauds ont une température supérieure à celle des habitans des zones tempérées.

3°. Les hommes de diverses races, placés dans des circonstances semblables, ont exactement la même température, soit qu'ils se nourrissent exclusivement de viande, comme les Vaida; soit qu'ils ne mangent que des légumes, comme les prêtres de Bouddha; soit, enfin,

qu'à l'imitation des Européens, ils prennent journellement ces deux espèces d'alimens.

4°. Les oiseaux sont de tous les animaux ceux dont la température est la plus élevée; les mammifères occupent le second rang; viennent ensuite les amphibies, les poissons et certains insectes; la dernière classe comprend les mollusques, les crustacés et les vers.

La connexion qu'il y a, dans toutes ces expériences, entre l'intensité de la chaleur et la quantité d'oxigène consommée par l'animal, est trop évidente, dit M. Davy, pour qu'il ne soit pas naturel d'y voir l'effet et la cause. Si la chaleur animale était dépendante de l'énergie de l'action nerveuse, on pourrait se demander pourquoi la température des oiseaux est supérieure à celle des mammifères, pourquoi la température d'un grand nombre de quadrupèdes surpasse la température de l'homme? Si on la supposait liée aux fonctions digestives, aux sécrétions, à l'action animale, on aurait quelque peine à expliquer comment elle est si faible dans les amphibies et les poissons, chez lesquels ces fonctions ont tant d'activité. Les difficultés ne seraient pas moindres, si on cherchait la cause de la chaleur dans l'action musculaire, puisque les animaux des classes inférieures sont tous remarquables par le peu d'intensité de leur température; enfin, les expériences montrent que les phénomènes ne s'expliqueraient pas mieux si on voulait les rattacher à quelques circonstances d'organisation et de structure : car alors la température des amphibies et celle des oiseaux devraient beaucoup se ressembler, les organes respiratoires et digestifs ayant une grande analogie dans ces deux classes d'animaux.

Passons maintenant aux observations.

Observations relatives aux variations de température qui se manifestent chez l'homme quand il se transporte d'un climat dans un autre.

10 *mars* 1816, *à midi; latit.* 9°.42′ *nord; température de l'atmosphère* + 25°,5 *centig.*

Nos.	Ages.	Températures.
1	24	37°,2 centig.
2	28	37 ,5
3	25	37 ,6
4	17	37 ,2
5	25	37 ,2
6	20	36 ,7
7	28	37 ,1.

Les sept individus dont M. John Davy détermina la température, *en plaçant un thermomètre sous leur langue, près de sa racine*, étaient tous anglais et en fort bonne santé; ils avaient déjeuné depuis près de trois heures.

21 *mars, à midi; latit.* 0°.12′ *N.; température de l'air* + 26°,4 *centig.*

Nos.	Températures.
1	37°,8
2	37 ,5
3	36 ,9
4	37 ,2
5	37 ,2
6	37 ,5
7	37 ,2.

4 avril 1816, *à midi; latit.* 23°.44′ *S.; temp. de l'air* + 26°,7 *centig.*

Nos.	Ages.	Températures.
1	déjà donné.	37°,5 centig.
2	*id.*	37 ,5
3	..	37 ,6
4	..	37 ,8
5	..	37 ,5
6	..	37 ,8
7	..	37 ,5
8	25	38 ,3
9	40	37 ,6
10	43	37 ,2
11	40	37 ,5
12	13 (jeune fille).	37 ,8
13	4 (enfant).	37 ,5.

Mêmes circonstances que dans les observations précédentes.

5 *mai* 1816, *à midi; latit.* 35°.22′ *S.; temp. de l'air* + 15°,5 *centig.*

Nos.	Températures.
1	36°,9 centig.
3	36 ,8
5	36 ,6
6	37 ,1
7	36 ,8
8	36 ,6.

Ces dernières observations, comparées aux précédentes, mettent hors de doute le fait que la tempéra-

ture de l'atmosphère et celle des hommes qui la respirent, varient en même temps et dans le même sens. En voici, du reste, une preuve nouvelle :

Observations faites, le 15 septembre, à Kandy (île de Ceylan), sur un domestique et cinq porteurs de palanquin.

Nos.	Ages.	Température sous la langue.
1	33 ans.	36°,7 centig.
2	20	36 ,7
3	40	37 ,2
4	35	36 ,7
5	20	36 ,7
6	24	36 ,7.

Au moment de ces expériences, l'atmosphère était à + 20°,5 centig.

Le 19 octobre, 17 jours après son arrivée à Trinquemale, M. John Davy répéta ses observations sur les mêmes individus; l'air était alors à + 27°,8 centig. Voici les résultats :

Nos.	Températures.
1	+ 38°,9 centig.
2	+ 38 ,3
3	+ 36 ,9
4	+ 37 ,2
5	+ 37 ,2
6	+ 37 ,8.

TEMPÉRATURES DES DIFFÉRENTES RACES HUMAINES.

Hottentots, au cap de Bonne-Espérance, le 24 mai 1816, l'atmosphère étant à +15°,5 centig.

Nos 1	36°,7 cent.
2	35 ,8
3	35 ,8
4	36 ,5
5	37 ,5.

Le plus jeune de ces Hottentots avait 25 ans ; le plus âgé 40 ; le n° 5 excepté, ils étaient très-faibles.

En faisant l'expérience, à la même époque, sur trois artilleurs anglais en résidence au Cap depuis 10 ans, on trouva :

Sur le premier,	37°,2 cent.
Sur le second,	37 ,2
Sur le troisième,	37 ,5.

Esclaves nègres à l'Ile-de-France, en juin 1816, la température de l'atmosphère étant +23°,3 centig.

Nos 1	+36°,7 cent.
2	+36 ,7
3	+37 ,2.

Les deux premiers nègres étaient nés à Madagascar ; l'autre venait de Mozambique.

Sur deux Anglais qui habitaient la même île depuis plusieurs années, l'expérience donna :

+36°,8 cent.
+36 ,9

Singalèses, dans un village à un mille de Colombo, capitale de Ceylan, le 14 septembre 1816, *l'air étant à* + 26° *centigr.*

Nos.	Sexes.	Ages.	Temp. sous la langue.
1	féminin.	50	+ 38°,3 cent.
2	*id.*	4	38 ,6
3	masculin.	20	38 ,3
4	*id.*	8	38 ,6
5	*id.*	40	37 ,8
6	*id.*	25	37 ,8.

Tous ces individus menaient une vie très-peu active, et se nourrissaient principalement de riz, de fruits et de végétaux.

Albinos, le 15 *septembre au matin, l'atmosphère étant à* 26° *centigrades.*

Nos.	Sexes.	Ages.	Temp. sous la langue.
1	féminin.	5	+ 38°,6 cent.
2	*id.*	12	38 ,6
3	*id.*	23	38 ,7
4	masculin.	27	38 ,3.

Tous ces Albinos se portaient bien; ils étaient issus de parens nègres. Ils avaient des frères et des sœurs complètement noirs (1).

---

(1) La jeune fille de 12 ans aurait paru, en Angleterre et surtout en Norwège, une personne fort ordinaire. Ses yeux étaient légèrement bleus; les cheveux de la nuance qui accompagne généralement les yeux de cette couleur; son teint était frais. Elle avait beaucoup de prétentions à la beauté et

Enfans métis et Enfans d'Européens à Colombo, le 12 octobre 1816, l'atmosphère étant alors à 24° centigrades.

Métis.

Nos.	Sexes.	Ages.	Temp. sous la langue.
1	fém.	12 ans.	38°,1 cent.
2	*id.*	14	38 ,3
3	*id.*	17	37 ,8
4	masc.	14	38 ,9
5	*id.*	10	38 ,6
6	*id.*	14	37 ,8
7	*id.*	10	37 ,8.

Enfans d'Européens.

1	fém.	9 ans.	38°,3
2	*id.*	6	38 ,3
3	*id.*	9	38 ,3
4	*id.*	12	38 ,9
5	masc.	8	38 ,9.

Les métis étaient issus de femmes singalèses et de soldats anglais. Ils se portaient bien et n'avaient pas encore déjeuné quand on détermina leur température.

A Kandy, dans l'intérieur de Ceylan, M. Davy a

---

ne manquait pas d'admirateurs parmi ses compatriotes. Il est facile de comprendre qu'une variété accidentelle de cette espèce, en se propageant de père en fils, a pu avoir donné naissance à la race blanche. Telle est aussi l'opinion des Hindous. Il y a parmi eux des traditions qui nous assignent cette origine. (*Note de M. John Davy.*)

obtenu de la même manière les déterminations suivantes :

Température de trois ouvriers vigoureux, de 24 à 33 ans.................... moyenne 37°,1 centig.

Temp. de trois prêtres de Boudda, de 15 à 30 ans.............. 37 ,1

Temp. de trois *Vaida*, de 30 à 60 ans...................... 36 ,8

Temp. de cinq nègres d'Afrique, de 23 à 35 ans.............. 37 ,2

Temp. de quatre Malais, de 17 à 35 ans...................... 37 ,2

Temp. de six Sipayes, de 19 à 38 ans...................... 37 ,1

Temp. de dix soldats anglais, de 23 à 36 ans................ 37 ,3.

TEMPÉRATURE DE DIVERSES ESPÈCES D'ANIMAUX.

Mammifères.

Dans les expériences sur les mammifères et les oiseaux, la température a été généralement obtenue par l'introduction du thermomètre dans le rectum. Les animaux étaient en pleine santé, à moins qu'on n'avertisse du contraire.

Singe...................... *Colombo*, 30 mai; atmosphère + 30° centig. Temp. de l'animal + 39°,7 (animal adulte).

Pangolin.................. *Colombo*, 4 novembre; atmosphère + 27° centig........ Temp. + 26°,7 (animal malade).

Deux *Chauve-souris*. Environs de *Colombo* ; 27 septemb. ; atmosphère à + 28° . . . . Temp. { + 37°,8 / + 38 ,3. }

L'espèce de ces chauve-souris ressemble au *Vespertilio Peruviano* de Linné ; mais elle est plus petite. A l'instant où l'on tuait ces animaux, on introduisait le thermomètre dans leur abdomen.

V. Vampirus. . . . . Colombo ; 15 octobre ; atmosphère à + 21° centig. . . . Temp. de l'animal + 37°,8 cent.

Ecureuil. . . . . Colombo ; 15 octobre ; atmosphère à + 27° centig. . . Temp. + 38°,8 cent.

Rat commun . . . . Colombo ; 8 février ; atmosphère + 26°,5. . . . . Temp. + 38°,8 cent.

Lièvre commun. . . . . Colombo ; 16 juin ; atmosphère + 26°,5. . . . . Temp. + 37°,8 cent.

Ichneumon . . . . Colombo ; 4 novembre ; atmosphère + 27°. . . . . Temp. + 39°,4 cent.

Tigre (Jungle cat.). . . . . Colombo ; 26 février ; atmosphère + 26°,5. . . . . . . Temp. + 37°,2 cent.

Chien. . . . . Kandy ; 29 mai ; atmosphère. — Temp. de l'animal. { 1er + 39°,0 / 2e + 39 ,6. }

Jackal. Colombo ; 9 avril ; atmosphère + 29°. . . . . Temp. + 38°,3 cent.

Chat commun. . . . . Londres ; 5 septembre ; atmosphère + 15°. . . . . Temp. + 38°,3 cent.

Idem. . . . . Kandy ; 7 avril ; atmosphère + 26°. . . . . Temp. + 38°,9 cent.

Panthère. . . . . Colombo ; 10 février ; atmosphère + 27°. . . . . Temp. + 38°,9 cent.

(L'animal était âgé d'environ quatre mois.)

Cheval (de race arabe)........ Kandy; 14 juin;
atmosphère + 26°.......... Temp. + 37°,5 cent.
Mouton.................... Ecosse; en été;
Temp. de l'animal, de .... + 37°3 à + 40°,0 c.
Idem............. Cap de Bonne-Espérance; hiver;
atmosphère + 19°. Temp. de + 39°,5 à + 40°,0 c.
Idem.............. Colombo;
atmosphère + 26°. Temp. de + 40° à + 40°,5 c.
Bouc.................... Colombo; 27 décembre;
atmosphère + 26°....... Temp. + 39°,5 cent.
(Le bouc était châtré.)
Chèvre.................. Colombo; 27 décembre;
atmosphère + 26°....... Temp. + 40°,0 cent.
Bœuf.................... Edimburgh; en été;
atmosphère —— .... Temp. + 38°,9 cent.
(La temp. est celle du sang qui jaillissait des carotides.)
Idem.................... Kandy; 28 mai;
atmosphère + 26°....... Temp. + 38°,9 cent.
Elan femelle............. près Colombo; 27 déc.
atmosphère + 25°,6 cent. Temp. de l'anim. + 39°4 c.
Porc.............. .... dans le Doombera; 26 nov.
atmosphère + 25°,6..... Temp. + 40°,5 cent.
(Le porc était sauvage; la température est celle du sang qui jaillissait des carotides.)
Eléphant................ Colombo; 22 septembre;
atmosphère + 26°,7..... Temp. + 37°,5 cent.
L'animal était adulte et bien portant; la température fut déterminée en plaçant un thermomètre dans un abcès profond que l'éléphant avait sur le dos.
Marsoin........ En mer, latit. 8°.23′ *N.*; 11 mars;
mer à + 23°,7 .... Temp. + 37°,8 cent.

L'animal avait été amené vivant sur le pont ; au moment où il fut tué, on détermina sa température en introduisant un thermomètre dans la substance du foie.

Température des Oiseaux.

Milan........................ Colombo ; 24 août ;
atmosphère + 25°,3.......... Temp. + 37°,2 cent.
(Il faut remarquer que l'oiseau, abattu depuis plusieurs heures, avait les jambes cassées.)

Chat-huant................. Londres ; en automne ;
atmosphère + 15°,6...... Temp. + 40°,0 cent.

Perroquet.................. Kandy ; 27 mai ;
atmosphère + 24°........ Temp. + 41°,1 cent.

Choucas (espèce de corbeau).. Ceylan ; 2 juin ;
atmosphère + 31°,5...... Temp. + 42°,1 cent.

Grive commune............ Londres ; en automne ;
atmosphère + 15°,5...... Temp. + 42°,8 cent.

Moineau commun.......... Kandy ; 3 juin,
atmosphère + 26°,6....... Temp. + 42°,1 c.

Pigeon commun........... Londres ; automne ;
atmosphère + 15°,5....... Temp. + 42°,1 cent.
(Ce pigeon était en cage.)

Idem.................... Colombo ; 27 décemb. ;
atmosphère + 25°,5....... Temp. { + 43°,0 c. / + 43 ,3 }
(Le premier avait trois semaines ; l'autre deux.)

Poule des Jungles (Jungle fowl). Ceylan ; 20 juillet ;
atmosphère + 25°,5....... Temp. { + 42°,0 c. / + 42°,5 }

Poule commune........... Edimburgh ; hiver ;
atmosphère + 4°,5........ Temp. + 42°,5 cent.

Idem. . . . . Colombo ; décembre ;
atmosphère + 25°,5 . . . . . Temp. { + 43°,3 c. + 42 ,2 + 43 ,3 + 43 ,9 }

(La première poule était au terme de sa croissance ; la seconde avait couvé pendant trois semaines. Les deux autres températures sont celles d'un vieux coq et d'un coq adulte.)

Poule de Guinée. . . . . Près de Colombo ; décembre ;
atmosphère + 25°,5 c. Température + 43°,9 c.

Coq-d'Inde. . . . . Près de Colombo ; décembre ;
atmosphère + 25°,5. . Température + 42°,7 cent.

Pétrel. . . . . En mer, latitude 2°,3′ *N.* ;
8 août ;
atmosphère + 26°. . . Température + 40°,3 cent.

P. Capensis . . . . En mer, latit. 34° *S.* ; 11 mai ;
atmosphère + 15°. . . Température + 40°,8 cent.

Oie commune. . . . . Près de Colombo ; décembre ;
atmosphère + 25°,5. Température + 41°,7 cent.

Canard commun. . . . . Près de Colombo ; décembre ;
atmosphère + 25°,5 . Température + 43°,9 cent.

Température des Amphibies.

Tortue. . . . . En mer, latit. 2°.27′ *N.* ; 19 mars ;
atmosph. + 26°. . Température + 28°,9 cent.

(La tortue avait été prise une semaine auparavant, à l'île de l'Ascension.)

Idem. Colombo ; 4 mai ;
atmosphère + 32°. . . . . Temp. + 29°,4 cent.

(La tortue n'était prise que depuis 24 heures ; + 29°,4 expriment la température du sang.)

T. Geometrica..... Cap de Bonne-Espérance; mai; atmosphère + 16°. Température + 16°,9 cent.

Idem........................ Colombo; 3 mars; atmosphère + 26°,6.......... Temp. + 30°,5 cent.

(L'individu de Colombo était plus gros que celui du Cap.)

Rana ventricosa............. Kandy; 31 mai; atmosphère + 26°,7........ Temp. + 25°,0 cent.

(La grenouille fut soumise à l'expérience au moment où on venait de la retirer d'un lieu humide et ombragé.)

Iguana...................... Colombo; 4 septembre; atmosphère + 27°,8....... Temp. + 29°,0 cent.

Serpent..................... Colombo; 27 août; atmosphère + 27°,5...... Temp. + 31°,4 cent.

(Beau serpent vert; espèce de couleuvre; la température fut prise dans l'œsophage.)

Idem........................ Colombo; 24 août; atmosphère + 28°,1....... Temp. + 29°,2 cent.

(Petit serpent brun; température prise dans l'abdomen.)

Idem.................... Colombo; 23 septembre; atmosphère + 28°,3.... Température + 32°,2 cent.

(Différentes espèces de couleuvres brunes; température dans l'œsophage.)

Poissons.

Requin..... En mer; latit. 8°.23′ *N.*; 11 mars 1816; mer à + 23°,7............ Temp. + 25°,0 centigr.

(C'était un requin femelle et de grandes dimensions. Quand on éprouva sa température il était en-

core vivant; le thermomètre fut placé entre les gros muscles situés près de la queue.)

Bonite......... En mer; latit. 1°.14′ *S.*; 29 juillet; mer + 27°,2.. Temp............... { + 27°,8 c. / + 37,2 }

(Le premier nombre est la température du cœur, placé très-près de la surface; le second, celle des muscles intérieurs; les ouïes étaient d'une grandeur extraordinaire et très-rouges. L'animal, comme le marsoin, paraissait se plaire à mettre la tête hors de l'eau : Ces circonstances, dit M. Davy, contribuent probablement à donner au Bonite la température élevée que les muscles ont indiquée.)

Truite commune..... Près d'Edimburgh; dans l'été; eau de la rivière + 13°,3 cent. Temp. + 14°,4 cent.

Poisson volant..... En mer; latit. 6°.57′ *N.*; 12 mars; la mer + 25°,3............ Temp. + 25°,5 cent.

Mollusques.

Huître commune......... Près Colombo; décembre; mer + 27°,8.......... Temp. + 27°,8 cent.

(L'eau n'avait qu'un pied de profondeur dans le point où l'huître fut prise.)

Limaçon.................... Kandy; 11 juin; atmosphère —— .... Temp. + 24°,6 cent.

Crustacés.

Ecrevisse.................. Colombo; 16 septembre; atmosphère + 26°,7..... Temp. + 26°,1 cent.

(L'écrevisse avait été pêchée depuis environ trois heures.)

Crabe. . . . . Environs de Kandy ; 25 mars ;
eau + 22°,2 . . . . Temp. + 22°,2 cent.

Insectes.

Pour déterminer la température des petits animaux, M. Davy se servait d'un thermomètre à boule très-fine qu'il introduisait dans le corps de l'animal par une incision faite au moment même de l'expérience.

Scarabé. . . . . Kandy ; 30 juin ;
atmosphère + 24°,3 cent. . . . . Temp. + 25°,0 cent.
Ver luisant. . . . . Kandy ; 30 juin, au matin ;
atmosphère + 22°,8. . . . Temp. + 23°,3 cent.
Blatta orientalis. . . . . Kandy ; 28 juin ;
atmosphère + 28°,3. . . . Temp. + 23°,9 cent.
(Deux individus.)
Idem. . . . . Kandy ; 29 juin ;
atmosphère + 23°,3. . . . Temp. + 23°,9 cent.
(Deux individus.)
Grillon. . . . . Cap de Bonne-Espérance ; mai ;
atmosphère + 16°,7. Temp. + 22°,5 cent.
Guêpe. . . . . Kandy ; 26 juin ;
atmosphère + 23°,9 cent. . . . . . Temp. + 24°,4 cent.
Scorpion. . . . . Kandy ; 20 mai ;
atmosphère + 26°,1 . . . . Temp. + 25°,3 cent.
Julus. . . . . Kandi ; 18 juin ;
atmosphère + 26°,6. . . . . Temp. + 25°,8 cent.
(L'individu soumis à l'expérience appartenait à cette espèce qui émet un fluide jaunâtre, ayant l'odeur de l'iode, colorant l'épiderme comme cette substance, mais ne produisant aucun effet sur l'acier poli.)

Vers.

Les seuls vers que M. John Davy ait soumis à l'expérience appartiennent à deux genres de sangsues : l'un est l'*hirudo sanguisuga*; l'autre s'appelle à Ceylan *jungle leech:* celle-ci vit hors de l'eau dans les terrains humides. Leur température est toujours celle de l'eau ou de l'air dans lesquels on les trouve.

Note *sur les Pouzzolanes naturelles et artificielles;*

Par M. Girard,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Une Note de M. le général Treussart, insérée dans le Cahier de mars 1826 des *Annales de Physique et de Chimie*, contient un fait curieux pour la théorie des pouzzolanes artificielles : c'est que ces pouzzolanes obtenues par la calcination des argiles, au milieu d'un courant d'air, acquièrent des propriétés beaucoup plus énergiques que par leur calcination en vase clos, ou simplement dans un four à chaux. M. le général Treussart, après avoir essayé isolément la silice et la magnésie, n'a pas trouvé que leur addition dans les argiles qu'on voulait calciner eût une grande influence sur le résultat obtenu; mais il a remarqué que l'alumine employée seule et calcinée à un courant d'air, a donné un mortier qui a durci beaucoup plus vite que celui composé des mêmes élémens, mais dont l'alumine avait été calcinée en vase clos. Il en a conclu qu'à une température élevée il était

probable que l'alumine contenue dans les argiles absorbait de l'oxigène, et que c'était là ce qui rendait les cimens obtenus, quand cette condition est remplie, beaucoup supérieurs aux cimens ordinaires.

Il est à regretter que M. le général Treussart n'ait pas ajouté un fait bien simple à ces expériences, en pesant l'alumine après sa calcination à un courant d'air et sa calcination en vase clos. Si, dans le premier cas, il eût obtenu une augmentation de poids, au lieu de la diminution à laquelle on doit s'attendre par la décomposition de l'hydrate, ou si seulement cette diminution de poids eût été moins sensible pour l'alumine exposée à l'air libre, l'absorption d'un gaz dans ce dernier cas serait devenue presque un fait démontré; mais si, au contraire, on eût trouvé que l'alumine calcinée en vase clos avait moins perdu de son poids que l'autre, ce serait à la décomposition plus complète de l'hydrate qu'il faudrait attribuer le fait signalé par M. le général Treussart, ce qui rentrerait dans les idées ordinaires qu'on s'est formées sur les effets de la calcination.

Quoi qu'il en soit de ce point de théorie, qui ne peut pas tarder à être convenablement éclairci, M. le général Treussart recommande, pour obtenir de bonne pouzzolane factice, de chauffer les briques d'argile dans un *four à réverbère*, ou, si l'on se sert d'un four ordinaire, de ne pas en couvrir la partie supérieure. Cette méthode, d'après les expériences citées par l'auteur, doit donner en effet de meilleurs résultats; mais on ne peut ainsi les obtenir qu'en fabriquant d'une manière plus dispendieuse encore une matière déjà fort chère et dont l'emploi accroît dans une proportion con-

sidérable le prix des constructions hydrauliques. Cependant cet ingénieur ajoute : « qu'il est difficile de » prévoir tout l'avantage que l'on pourra tirer des ar- » giles calcinées pendant *long-temps* dans un courant » d'air atmosphérique. » Il me paraît qu'en se livrant trop à de semblables considérations, M. le général Treussart perd de vue le véritable but des recherches de ce genre. Certes, on ne manque pas dans les arts de substances qui donnent avec la chaux grasse un béton d'une très-grande consistance, et qui peuvent suppléer à l'emploi des chaux hydrauliques dans les lieux où on n'en trouve pas ; mais le véritable problème qu'il s'agit de résoudre, c'est de composer des mortiers hydrauliques *avec la moindre dépense possible, et d'une consistance convenable pour chaque cas particulier auquel on les destine.* On conçoit, en effet, qu'il n'est pas du tout nécessaire de donner à un béton destiné à porter les bajoyers d'une écluse, ou le massif d'un déversoir, c'est-à-dire d'une maçonnerie de 5 ou 6 mètres de hauteur au plus, la même résistance qu'à celui qui doit servir de fondation aux piles d'un grand pont.

Il s'agirait donc d'établir un point de comparaison entre la dureté d'un béton et *sa résistance à un poids qui tendrait à l'écraser, ou simplement à le comprimer.* Mais ici la question se complique de toutes les considérations relatives à la résistance des solides chargés de bout. Elle ne pourrait être convenablement éclaircie que par un grand nombre d'expériences qui n'ont pas encore été tentées ; mais on pourrait cependant déterminer à moins de frais la limite du poids qui chargeant *un centimètre carré* de la surface du béton, n'y produirait

aucune dépression appréciable ; et je crois que l'on serait fondé à calculer, d'après cette base, la charge que l'on peut faire supporter à ce béton sans aucun danger.

Quoi qu'il en soit, il importe de ne pas se méprendre sur *les nombres* que l'on obtient en comparant les différens bétons entre eux, soit par la rupture de prismes, soit par la pénétration d'une pointe. Ces nombres indiquent à la vérité la résistance ou la dureté relative, mais n'apprennent rien, ou presque rien, quant à l'emploi que l'on doit faire en grand de ces bétons ; et il se pourrait que ceux placés aux derniers degrés de l'échelle, s'ils sont d'ailleurs les plus économiques, fussent aussi ceux qu'on devrait préférer dans les constructions, comme on préfère la pierre ordinaire au marbre et au granit.

Il est d'ailleurs des qualités qui constituent un bon béton, et pour lesquelles on n'a pas encore d'expériences faites. Ces qualités sont l'insolubilité, la résistance à la corrosion des courans et des chutes d'eau, et l'imperméabilité ; or, rien ne prouve que ces qualités, très-importantes d'ailleurs, soient proportionnelles à la consistance qu'acquiert un béton sous l'eau. On sait, par exemple, que l'argile compacte pure est aussi imperméable et aussi insoluble qu'un bon béton ; cependant elle ne dépasse jamais la consistance de pâte ferme lorsqu'elle est immergée.

Ainsi ne s'occuper que de la dureté ou de la résistance des bétons, c'est envisager sous un seul point de vue et d'une manière très-incomplète une question qui embrasse beaucoup d'autres considérations, et qui est trop importante pour n'être pas examinée sous toutes ses faces.

J'ai signalé dans une lettre adressée à M. le directeur général des ponts et chaussées, en novembre 1824, et depuis dans un Mémoire déposé à l'Institut en mars 1825, les propriétés très-remarquables des sables fossiles argileux dont la couleur varie du rouge brun au rouge jaunâtre, et qui sont connus sous le nom d'*arènes*, dans la vallée de l'Isle (Gironde). Ces sables jouissent plus ou moins de la propriété de former des bétons, lorsqu'on les mélange avec des chaux grasses ou maigres. Les arènes les plus énergiques employées dans la proportion de 3 parties pour 1 de chaux grasse éteinte, donnent d'excellent mortier hydraulique; ces arènes équivalent, sous tous les rapports, aux meilleurs cimens, et leur prix est dix fois moindre. On peut n'employer même qu'un cinquième de chaux grasse avec ce genre de sable, comme je l'ai reconnu depuis peu, et le résultat qu'on obtient est encore préférable. Lorsque les arènes contiennent moins de 30 pour cent de terre argileuse, elles sont peu énergiques et souvent la prise n'est consommée qu'au bout d'un mois et demi; mais au bout d'un an et plus, on ne remarque pas une très-grande différence entre ces bétons qu'on peut appeler *paresseux*, et ceux qui ont débuté par une marche plus rapide.

Les arènes sont répandues à profusion dans la nature: on peut même dire qu'elles y sont plus communes que le sable pur. Aussi, généralement, le prix du mortier formé d'arène et de chaux grasse dans les proportions que je viens d'indiquer, est-il inférieur à celui de tout autre mortier hydraulique ou non, et à-peu-près *moitié* de celui obtenu dans les circonstances

les plus favorables avec la chaux éminemment hydraulique.

Le bas prix du béton d'arène permet de le prodiguer en quelque sorte dans les constructions. L'emploi qu'on en a fait à dix-neuf écluses déjà établies sur la rivière de l'Isle a fait juger de ses qualités pour résister à la corrosion des courans et aux chutes d'eau. Il se maintient là où de très-gros enrochemens sont emportés. On peut, quand les arènes sont énergiques, l'employer aussi en bétonnement et en masses considérables, pour porter des massifs de déversoirs ou d'écluses. Il y en a plusieurs exemples sur la navigation de l'Isle, et l'on a obtenu un succès complet de ce mode de fondation.

Si l'on ne trouvait que des arènes moyennement énergiques, on pourrait à peu de frais les faire passer à l'état d'arènes très-énergiques, c'est-à-dire d'excellentes pouzzolanes, en les calcinant légèrement. Ce fait important a été remarqué par M. Vicat après qu'il eut eu connaissance de mes expériences sur les arènes crues. Généralement ces dernières suffiront; mais au besoin, on trouverait dans les autres tout ce qu'on peut désirer, comme pouzzolanes.

Si l'on rapproche ces faits de ceux connus sur les chaux hydrauliques naturelles, et si l'on réfléchit qu'il y a bien peu de localités qui soient à-la-fois privées de sables fossiles argileux et de ces chaux précieuses; on conclura que les cas où il doit être permis dans les arts d'emprunter le secours dispendieux des pouzzolanes artificielles et des pouzzolanes volcaniques (quand elles viennent de loin), sont au moins fort rares et qu'on peut même regarder comme très-prochaine l'époque où

ce genre de matériaux ne sera plus usité dans les constructions.

M. le général Treussart dit avoir observé que les mortiers hydrauliques dont la prise était rapide conservaient ensuite et toujours une plus grande consistance que les autres : de sorte qu'on pourrait à-peu-près estimer par la durée de l'immersion, jusqu'à ce que la prise soit consommée, l'énergie du mortier dont on veut faire usage. Je ferai remarquer d'abord que M. Vicat a signalé une notable exception à cette loi, à l'occasion des propriétés hydrauliques de la pierre à chaux imparfaitement calcinée, et qu'ensuite les expériences de M. le général Treussart ne suffisent pas pour l'établir, même à l'égard des substances qu'il a examinées. J'ai remarqué, en effet, que lorsqu'on immergeait un béton formé avec une pouzzolane quelconque et une chaux grasse, il se dissolvait successivement une assez grande quantité de chaux ; effet qui ne cessait d'avoir lieu qu'au moment où la prise était consommée. A cette époque, le mortier était devenu insoluble ; mais la chaux dissoute étant soustraite aux couches du mortier immédiatement en contact avec le liquide, il était facile de prévoir que la résistance définitive de ces couches en serait affaiblie ; or, cette partie d'une consistance qu'on peut appeler *irrégulière*, s'étend d'autant plus loin que la prise a été plus lente. Dans quelques expériences sur les mortiers d'arènes essayés par la pénétration d'une pointe, un béton d'arène énergique a donné pour la quantité dont la pointe a pénétré $0^{m},0055$ à la surface, et $0^{m},0047$ seulement à $0^{m},005$ au-dessous de cette surface ; un béton d'arène moyenne a donné $0^{m},009$ d'enfoncement à la sur-

face, et $0^m,005$ à un centimètre au-dessous. Ce dernier béton avait mis un mois et demi à faire corps sous l'eau. Ces deux expériences suffisent pour montrer combien la cause que je viens de signaler jette d'incertitude sur les comparaisons qu'on a pu faire jusqu'à présent entre des bétons dont on n'avait pas eu soin d'enlever les surfaces jusqu'à un centimètre ou un centimètre et demi de profondeur. Or, M. le général Treussart, qui a estimé la résistance des bétons par celle de briques immergées, dont toutes les faces sont soumises à la fois à l'action dissolvante de l'eau, a dû arriver nécessairement par cet effet à la loi dont j'ai parlé plus haut, sans que pour cela on doive regarder cette loi comme suffisamment établie.

Mucidan, le 19 avril 1826.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 7 août 1826.

L'ACADÉMIE a reçu une Dissertation de M. Lafitte sur une nouvelle manière d'employer le grapin en usage sur les vaisseaux, et un Mémoire italien de M. Séraphin Belli, intitulé : *Exposition de quelques principes concernant la solution générale des équations des degrés supérieurs au premier.* Elle a ensuite procédé à l'élection d'un membre de la Section de Chimie; sur 47 votans, M. Chevreul a réuni 39 voix.

M. Coriolis a lu un Mémoire sur une nouvelle Unité à introduire en dynamique. M. Dupuytren, après avoir communiqué des observations sur le traitement du cancer de la mâchoire inférieure par l'amputation de l'os, a montré plusieurs individus qui ont subi cette opération. Enfin, M. Arago a fait le rapport verbal dont l'Académie l'avait chargé, sur l'ouvrage de M. Marianini de Venise. (*Voyez* plus haut.)

Séance du lundi 14 août.

L'Académie reçoit les deux Mémoires manuscrits dont voici les titres : *Observations zoologiques faites dans le détroit de Gibraltar par* MM. Quoy et Gaymard (envoyé par le Ministre de la Marine) ; *Observations et Réflexions sur les Causes, les Symptômes et le Traitement de la contagion dans différentes maladies, et spécialement dans la peste d'Orient et la fièvre jaune, par* M. Balme, médecin de Lyon.

M. Pouzin est nommé candidat pour la place de professeur de pharmacie vacante à Montpellier.

M. le docteur Bordot lit un Mémoire relatif à un Chinois vivant, âgé de vingt-deux ans, et qui porte sur la partie antérieure de la poitrine un fœtus acéphale.

MM. Vauquelin, Thenard et Gay-Lussac font un rapport sur le Mémoire de M. Balard concernant la nouvelle substance nommée *Brome*. Le Mémoire original ayant déjà paru dans les *Annales*, nous nous contenterons d'annoncer ici que les conclusions du rapport sont très-favorables. Lors même, ajoutent les commissaires, qu'on parviendrait à démontrer que le brome n'est pas

un corps simple, la découverte n'en serait pas moins importante pour la chimie et très-honorable pour son auteur.

M. Héron de Villefosse fait un rapport verbal sur l'ouvrage de M. Karsten, intitulé : *Recherches sur les Substances charbonneuses du règne minéral.*

Séance du lundi 21 août.

L'Académie a entendu la lecture d'un Mémoire de M. Navier sur la Résistance que présentent diverses substances telles que le fer, le cuivre, le plomb, etc., quand on les tire longitudinalement ; la lecture d'un Rapport de MM. Geoffroy-Saint-Hilaire et Blainville sur un Mémoire de M. Surum relatif aux Fœtus acéphales ; celle d'un Mémoire de M. Colladon, qui a déjà paru dans les *Annales*, sur la Déviation de l'aiguille aimantée produite par l'électricité d'une machine ordinaire ou des nuages ; celle, enfin, d'un Mémoire de M. Becquerel sur des Décompositions chimiques opérées par des forces électriques à très-petites tensions. Un membre a aussi communiqué quelques observations sur la comète nouvellement découverte par MM. Pons et Gambart. La séance s'est terminée par la lecture d'un Mémoire de M. Dudon sur la Sortie d'un cordon ombilical au-devant de la tête du fœtus.

Séance du lundi 28 août.

M. Robinot-Desvoidy présente un ouvrage manuscrit sur le genre Mouche de Linné ; MM. Vernet et Gauvrin prient l'Académie de nommer des commissaires

pour assister à l'essai d'un système de vaporisation par injection. M. le docteur Audouard donne communication de deux articles de sa correspondance relatifs à la fièvre jaune. M. Moreau de Jonnès lit ensuite un Mémoire intitulé : *Aperçus statistiques sur la quantité de céréales entreposée maintenant en Europe.*

Au nom d'une Commission, M. Desfontaines fait un rapport détaillé sur un Mémoire très-intéressant de M. Turpin, *concernant quelques végétaux microscopiques et le rôle que leurs analogues jouent dans la formation et l'accroissement du tissu cellulaire.* Nous donnerons ce rapport dans un autre Cahier.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Rapport sur la Monstruosité signalée, dans la séance du 14 août, par le docteur Bordot.

M. Fresnel fait connaître qu'une lettre adressée par M. Sollier, dans laquelle il demande qu'on essaie l'action de la lumière colorée sur les fleurs incolores, et les conducteurs électriques pour la correspondance télégraphique, ne contient aucun détail et ne saurait donner lieu à un rapport.

Sur *quelques Cyanates.*

Par M. Just. Liebig,

Professeur de chimie à l'Université de Giessen.

M. Woehler, dans son intéressant Mémoire sur les sels particuliers qu'il a découverts, décrit plusieurs expériences tendant à isoler l'acide de ces sels ; mais toutes

ont été infructueuses; cependant on peut obtenir cet acide en faisant passer un courant de gaz acide hydrosulfurique dans du cyanate d'argent (le cyanate de Mr W.) en suspension dans l'eau. Cet acide rougit fortement la teinture de tournesol; son goût est acide; il possède l'odeur qu'on remarque toutes les fois qu'un de ses sels est décomposé par un autre acide; il neutralise parfaitement les bases; mais il se décompose en contact avec de l'eau, après quelques heures, en acide carbonique et en ammoniaque. Il ne faut pas faire passer l'acide hydrosulfurique jusqu'à l'entière décomposition du sel, car l'acide se décompose alors en d'autres produits avec l'acide hydrosulfurique libre.

En préparant le cyanate de potasse de M. Woehler, je remarquai un phénomène qui me paraît assez curieux. D'après M. Woehler, on obtient ce sel en chauffant du peroxide de manganèse avec du ferro-cyanure de potassium, et en lessivant la masse avec de l'esprit-de-vin bouillant, qui laisse déposer, après le refroidissement, le sel en paillettes blanches.

Je chauffai un mélange de 2 parties de peroxide de manganèse avec 1 partie de ferro-cyanure de potassium dans un creuset d'argent avec une lampe à esprit-de-vin, et je vis la masse s'enflammer et brûler à une chaleur qui était bien au-dessous de la chaleur rouge; il se dégageait en même temps une forte odeur d'ammoniaque.

Quand on met sur un petit tas conique d'un mélange de ces deux corps bien pulvérisé, un petit charbon incandescent, le mélange prend feu et se change en une masse verdâtre, brune au milieu, qui contient du

protoxide de manganèse et du cyanate de potasse de M. Woehler (1).

J'avais fait une analyse du cyanate d'argent de M. Woehler; d'après laquelle ce sel renfermait, sur 100 parties, 71 parties d'oxide d'argent; cependant M. Woehler, en répétant l'analyse, n'a pas cru devoir changer les résultats qu'il avait trouvés auparavant; il a supposé que le sel d'argent que j'avais soumis à l'analyse, à en juger par sa couleur grise, n'était pas pur.

J'ai eu dernièrement l'agréable occasion de faire la connaissance personnelle de M. Woehler, et j'en ai profité pour m'instruire de quelques précautions nécessaires, à l'aide desquelles je suis parvenu à me procurer le cyanate d'argent de M. Woehler, très-blanc, qui donnait par l'analyse 77,429 pour cent d'oxide d'argent.

On voit bien que ce résultat est presque coïncident avec la quantité d'oxide d'argent contenue dans le fulminate d'argent, et cela me détermina à en faire une nouvelle analyse. M. Berzelius (dans la nouvelle édition de son excellent *Traité de Chimie*), en s'appuyant sur un calcul ingénieux, trouve vraisemblable que l'acide des fulminates pourrait être composé de 2 atomes de

---

(1) En chauffant le sel d'argent de M. Woehler parfaitement sec, dans un tube de verre, le sel se décompose et il se dégage un mélange de gaz acide carbonique et d'azote qui renferme sur 100 parties 68 parties du premier. Quand le sel n'est pas bien desséché, on voit de l'argent métallique brillant qu'on peut séparer par de l'acide nitrique étendu d'eau; après la décomposition du sel, il reste du cyanure d'argent.

cyanogène et de 1 atome d'oxigène; dans ce cas, la quantité de l'oxide d'argent devrait être plus petite que nous ne l'avons trouvée M. Gay-Lussac et moi.

J'ai fait passer pendant deux heures sur du fulminate d'argent renfermé dans un tube de verre qui était entouré d'eau bouillante, un courant d'air desséché par du chlorure de calcium, et j'ai obtenu dans trois expériences successives par l'analyse de ce fulminate, en le décomposant par de l'acide muriatique, selon la manière qui a été décrite (*Annales de Chimie*, t. xxv, p. 289), du chlorure d'argent, qui, évalué en oxide d'argent, m'a donné pour cent parties de fulminate, 77,510, 77,538, 77,592 d'oxide d'argent, résultat conforme à celui qui avait été trouvé dans nos expériences précédentes.

On sait qu'en mettant en contact un acide quelconque avec un des sels de M. Woehler, l'acide contenu dans le sel est décomposé entièrement en ammoniaque et en acide carbonique; et si on suppose qu'un sel dont l'acide contiendrait 2 atomes de cyanogène sur un atome d'oxigène, soit traité de la même manière, il devrait se former, d'après M. Berzelius, par la décomposition de l'acide et de l'eau, 3 atomes de bi-carbonate d'ammoniaque et 1 atome d'acide hydrocyanique; et si l'acide des fulminates était de l'acide cyaneux, il devrait donner en se décomposant ces mêmes produits; mais, comme on sait, on n'aperçoit pas d'effervescence, ce qui semblerait prouver qu'il ne se forme pas d'acide carbonique. M. Berzelius croit que la quantité d'acide carbonique était trop petite, et qu'elle peut avoir été retenue en dissolution dans le liquide même. J'ai mis dans

ne solution d'acide oxalique un petit fragment de bi-
arbonate de soude insuffisant pour le neutraliser, et
'ai eu soin de le bien agiter pour favoriser la disso-
ution du gaz acide carbonique. En y mettant ensuite
lu fulminate d'argent, on aperçoit bien l'odeur de l'a-
cide hydrocyanique, mais on ne voit pas se dégager la
plus petite bulle d'acide carbonique : d'ailleurs, en
décomposant du fulminate d'argent par les hydracides,
l ne se forme pas une trace d'ammoniaque.

En préparant quelques fulminates pour examiner leurs propriétés particulières, j'observai qu'en faisant bouillir du fulminate d'argent avec du zinc métallique, ce métal ne précipite que la moitié de l'argent, et que le fulminate de zinc est un sel double qui contient de l'oxide d'argent.

Quand on traite de la même manière le fulminate d'argent et de baryte par du zinc métallique, le zinc se couvre d'argent métallique brillant, et il se précipite, au bout de quelques heures, une poudre jaune, qui est un fulminate de zinc et de baryte.

Le sel, chauffé jusqu'à 150°, ne détone pas, mais il fuse comme le cyanate d'argent de M. Woehler, et il reste de l'oxide de zinc et du carbonate de baryte : si le sel contient de l'humidité, il se forme en même temps du carbonate d'ammoniaque, qui cristallise sur les parois de l'intérieur du tube.

Ainsi il paraît que l'oxigène de l'oxide, combiné avec l'acide fulminique, est nécessaire pour produire la détonation, et que l'acide ne forme des sels détonans qu'avec des oxides qui cèdent facilement l'oxigène.

Ce sel, mis en contact avec l'acide muriatique, se

décompose comme les cyanates de M. Woehler; car en se dissolvant, il se fait une forte effervescence avec dégagement d'acide carbonique.

Le fulminate de cuivre ne renferme pas d'argent ; il est très-soluble dans l'eau, détone fortement par le choc ; le carbonate de potasse en précipite la moitié de l'oxide, et il se forme un fulminate de cuivre et de potasse qu'on peut avoir cristallisé en évaporant la dissolution ; ce sel est également détonant.

Le mercure, dans le fulminate de mercure préparé par l'acide nitrique et l'alcool, y est à l'état de protoxide; car, en le traitant par la potasse caustique, il se dépose du protoxide noir de mercure. Quand on fait bouillir de l'eau sur du mercure fulminant, on voit se séparer du mercure métallique, et le liquide laisse déposer, après le refroidissement, des cristaux blancs de mercure fulminant, qui se dissolvent dans l'acide nitrique, sans qu'il se forme de mercure doux, et qui contiennent, d'après cela, du deutoxide de mercure. Le résidu du mercure fulminant s'enflamme par le choc, mais sans détonation. En faisant passer un courant de gaz hydrosulfurique dans du fulminate d'argent en suspension dans de l'eau, et en agitant fortement la liqueur avant que tout le sel soit décomposé, on remarque une odeur extrêmement pénétrante, qu'on ne peut pas distinguer de celle de l'acide cyanique de M. Woehler; en approchant un tube de verre humecté d'ammoniaque caustique, il se forme des vapeurs épaisses blanches.

La liqueur séparée du sulfure d'argent a une saveur âcre et rougit la teinture de tournesol : traitée par de

a chaux caustique, elle dégage de l'ammoniaque; avec du nitrate d'argent, il se forme un précipité volumineux, d'une couleur jaune; le perchlorure de fer en est coloré en rouge-foncé. Si la liqueur est exposée à l'air, il se dépose après quelque temps une poudre jaune; on remarque l'odeur de l'acide hydrocyanique, et en l'évaporant, on obtient du sulfocyanate d'ammoniaque.

J'employai dans une autre expérience, pour décomposer le cyanate, du sulfure de barium, parce que je croyais que la formation de l'ammoniaque pourrait être empêchée si l'acide, au moment où il se forme, était neutralisé par une autre base.

Je fis bouillir une quantité indéterminée de fulminate d'argent avec de l'eau, et je versai peu à peu du sulfure de barium aussi long-temps qu'il se forma du sulfure d'argent.

La liqueur filtrée avait une couleur jaune, sa saveur était alcaline; mêlée avec un acide, il ne se dégage pas d'acide hydrosulfurique; elle se trouble à l'air, mais un courant de gaz acide carbonique n'en précipite point du carbonate; évaporée à siccité, il reste un sel jaune.

Ce sel, chauffé jusqu'à 100°, se décompose en fusant au moment où il devient sec, mais on n'aperçoit pas un dégagement de lumière; l'eau dissout maintenant du sulfure de barium, et il reste du carbonate de baryte; de la chaux caustique en dégage de l'ammoniaque.

Le précipité qu'on obtient par ce sel de baryte et par le nitrate d'argent ne détone pas; en le mettant dans

de l'eau bouillante, il se décompose; on obtient du sulfure d'argent, et il s'échappe, avec les vapeurs d'eau, de l'ammoniaque. En précipitant la baryte du sel de baryte par de l'acide sulfurique étendu d'eau, on obtient une liqueur acide, mais qui se décompose aussitôt; on n'aperçoit aucun dégagement d'une substance gazeuse.

En admettant que l'acide fulminique perde la moitié de son oxigène en se combinant avec une quantité de soufre correspondante, le nouvel acide qui se forme serait composé de 2 de cyanogène, 1 at. d'oxigène et 1 at. de soufre.

Analyse *de quelques Produits métallurgiques.*

Par Mr P. Berthier.

1°. *Fonte et Laitiers de Musen (Grand-Duché du Rhin, rive droite).*

On fond dans les hauts fourneaux des environs de Musen un fer spathique très-manganésien, que l'on extrait de la grande mine du Stalberg : il en résulte des fontes qui produisent à l'affinage d'excellent acier naturel. Ces fontes sont quelquefois truitées; mais le plus ordinairement elles sont d'un blanc éclatant, lamelleuses, à très-grandes larmes, présentant dans les cavités beaucoup d'indices de cristallisations régulières, et tellement semblables à du zinc, qu'au premier aspect il serait difficile de les en distinguer. Les fontes blanches de Musen sont très-fragiles, et l'on peut même les réduire en poudre dans le mortier. On y a trouvé par l'analyse :

Manganèse......	0,046 à 0,052
Carbone........	0,040
Silicium........	0,003
	0,089.

Point de cuivre.

Dans un fourneau des environs d'Allemont (département de l'Isère), on a obtenu, pendant quelques jours seulement, une fonte blanche à grandes larmes comme celle de Musen ; mais on n'a pu faire avec cette fonte que de mauvais acier et de mauvais fer. Elle contenait :

Manganèse... 0,040 ;
Silicium..... 0,002 ;
Cuivre. — Quantité très-notable, qu'un accident a empêché de doser.

Le cuivre reste dans l'acier et dans le fer, et c'est certainement lui qui en altère la qualité.

On traite le fer spathique du Stalberg sans y ajouter aucun fondant. Les laitiers qui en résultent quand la fonte est blanche sont d'un vert olive plus ou moins jaunâtre, bulleux, et en général pierreux ; cependant ils ont l'aspect vitreux dans quelques parties. Ils contiennent :

Silice..................	0,528	0,984.
Protoxide de manganèse...	0,262	
Protoxide de fer.........	0,014	
Magnésie................	0,090	
Chaux...................	0,056	
Alumine.................	0,034	

La silice renferme un peu plus de deux fois autant d'oxigène que les bases.

On affine la fonte blanche de Musen par divers procédés. Je l'ai vu traiter par la méthode dite d'Osmund, dans les environs de la petite ville d'Altena. Le déchet dans l'opération n'est que de 20 à 21 pour 100 ; les scories sont composées de :

Silice..................	0,144	1,006.
Protoxide de fer.........	0,642	
Protoxide de manganèse...	0,190	
Chaux..................	0,030	

Elles ont beaucoup d'analogie avec certaines scories qui se forment dans la fabrication de l'acier à Rives (département de l'Isère). Leur constitution est telle que les bases contiennent environ deux fois autant d'oxigène que la silice.

Ces analyses font voir que, sous tous les rapports, il y a beaucoup d'avantage à fondre des minerais très-manganésiens : car 1°. ils portent en eux-mêmes leur fondant, et il n'est pas nécessaire d'y ajouter de la castine; addition qui diminue la richesse et augmente la consommation du combustible; 2°. ils donnent de la fonte plus propre que toute autre à la fabrication de l'acier, et qui peut produire aussi d'excellent fer.

Comme les fontes manganésées contiennent réellement moins de fer que les autres fontes obtenues au charbon de bois, on aurait pu croire qu'elles éprouveraient plus de déchet à l'affinage; mais il n'en est pas ainsi, parce que le protoxide de manganèse supplée le protoxide de fer dans les scories, et que par conséquent celles-ci sont d'autant moins riches en fer que la fonte renferme plus de manganèse.

Si l'on ajoutait de la castine aux minerais spathiques très-manganésifères, la fonte contiendrait encore plus de manganèse qu'on n'en a trouvé dans la fonte de Musen. Si la fusion s'opérait dans des fourneaux très-élevés, avec du coak, elle en contiendrait encore davantage : il serait curieux et intéressant de voir si, dans ce dernier cas, on pourrait obtenir de la fonte grise.

2°. *Matière alcaline recueillie dans un haut fourneau de Mertyrtidwil (Angleterre).*

Dans les fourneaux de Mertyrtidwil, il se dépose journellement au-dessus de l'ouverture de la coulée une

matière scoriacée riche en alcali : les ouvriers la ramassent de temps à autre et s'en servent pour faire la lessive; M. Fowler a eu la complaisance de m'en remettre un échantillon pour l'analyse. Cette matière est composée de petits morceaux scoriformes, noirs et magnétiques, parmi lesquels ou aperçoit des grains de laitier mamelonné : tous ces morceaux sont enduits d'une substance déliquescente très-alcaline.

Traitée par l'eau, cette matière donne :

Sels solubles..........	0,385 ;
Substances insolubles...	0,615.

Les sels solubles ont été trouvés composés de :

Carbonate de potasse.....	0,63 ;
Sulfate de potasse.......	0,37 ;
Silice.................	trace.

Point d'acide muriatique ni d'acide phosphorique.

Les substances insolubles ont donné à l'analyse :

Silice............	0,343	1,000.
Protoxide de fer...	0,260	
Alumine.........	0,040	
Chaux...........	0,052	
Potasse.........	0,205	
Laitier mélangé...	0,100	

L'alcali vient sans aucun doute de la matière pierreuse dont le fer carbonaté des houillières est toujours intimement mêlé, ainsi que des cendres du coak : il se combine d'abord dans les laitiers; mais à mesure que ceux-ci passent devant la tuyère, il en est séparé par volatilisation et il s'échappe du fourneau en grande partie par l'ouverture de la coulée. On conçoit que cet alcali en vapeurs doit attaquer fortement les substances siliceuses qu'il touche : de là vient qu'il s'est trouvé en partie à l'état de silicate dans la matière qu'on a analysée : les autres substances proviennent des particules de laitier et de fonte qui sont projetées de toutes parts

au moment de la coulée, ou quand on travaille dans le creuset.

3°. *Scories provenant du raffinage du cuivre.*

1°. *Scorie de Fromelenne (près Givet).*

Dans la fabrique de laiton de Fromelenne, pour diviser en petits morceaux le cuivre que l'on doit chauffer avec la calamine, on le fait fondre dans un four à réverbère, et on le coule en plaques minces, que l'on casse avant qu'elles soient froides. Quand le métal est en pleine fusion, on enlève les crasses qui le surnagent; il n'y en a qu'une petite quantité : elles sont pâteuses, vitreuses et d'un rouge de cire à cacheter clair; elles sont mêlées de grains de cuivre, de morceaux de charbon et de petits fragmens de briques. En les pilant et les tamisant, on en a séparé 0,05 à 0,06 de grenailles de cuivre : la poussière, fondue ensuite avec trois parties de flux noir, a donné un culot métallique grisâtre, ductile, pesant 0,562, et l'on a trouvé ce culot composé de

Plomb.....	0,358	0,562.
Cuivre.....	0,204	

2°. *Scories de l'Usine de Liége.*

Il y a à Liége une usine dans laquelle on raffine le cuivre de Norwège et de Sibérie; pour cela, on lui fait subir deux opérations : d'abord, on le fond dans un four à réverbère, chauffé avec du bois, et en tenant toujours le bain lui-même couvert de bois; on le coule au bout d'un certain temps; puis on le casse en petits morceaux; on le mêle avec 12 à 15 pour 100 de fragmens de charbon de bois, et on le fait fondre, ainsi mélangé, dans des creusets au fourneau à vent : après cela, on le coule en plaques, et on le lamine; il est alors d'une ductibilité parfaite. Il se forme des scories au four à réverbère et dans les creusets. Les premières sont compactes et d'un brun foncé : on en a séparé 0,10

de grenailles métalliques par le tamisage, et la poussière, fondue avec trois parties de flux noir, a donné un culot malléable pesant 0,26, et que l'on a trouvé composé de

Cuivre.......	0,105	0,255.
Antimoine....	0,080	
Plomb.......	0,070	

Les scories qui se forment dans le creuset sont brunes et très-boursoufflées. Par le tamisage, on en a séparé 0,09 de cuivre rouge; on a grillé la poussière pour brûler le charbon mélangé, puis on l'a fondue avec trois fois son poids de flux noir, et elle a donné un culot métallique, pesant 0,21, qui contenait :

Plomb.....	0,154	0,210.
Cuivre.....	0,056	

3°. *Scories de l'Usine d'Imphy* (*département de la Nièvre*).

On raffine à Imphy du cuivre de tous les pays, en le fondant au four à réverbère. Les scories qui proviennent du cuivre de Russie sont boursoufflées, rougeâtres, et un peu magnétiques. En les pilant et les tamisant, on en sépare 0,035 de cuivre en grenailles, et en fondant la poussière avec trois parties de flux noir, on obtient un culot qui pèse 0,36, et qui contient :

Cuivre......	0,3432	0,3600.
Plomb.......	0,0120	
Antimoine....	0,0048	

Lorsqu'on veut affiner le cuivre du Pérou, on commence par le fondre à une température modérée, dans un four à réverbère; il reste sur l'autel une masse métallique, cassante, à cassure grenue, d'un rouge de cuivre taché de points gris.

Cette matière est composée de

Cuivre...	0,19 ;
Fer.....	0,81 ;
Soufre...	trace.
	1,00.

Les scories du raffinage sont très-bulleuses et d'un noir métalloïde. On les a trouvées composées de

Silice....................	0,350	1,000.
Protoxide de fer.........	0,522	
Protoxide de cuivre.......	0,030	
Protoxide de manganèse...	0,008	
Alumine................	0,044	
Charbon et perte.........	0,046	

A Imphy, on traite toutes les scories de raffinage au four à réverbère en les mélangeant de charbon. On en retire du cuivre, et il se forme de nouvelles scories que l'on bocarde pour en séparer les grenailles. La poussière de lavage bien desséchée a été essayée à la température d'un essai de fer au creuset brasqué. On a fondu :

Scories..............................	10g,00;
Marbre, 6g., contenant chaux........	3 ,38.
	13g,38.

On a obtenu, culot métallique...	1g,98	T. 12g,69.
scorie............	10 ,71	
Oxigène...		0g,69.

Le culot était composé de 1,31 de fer et de 0,67 de cuivre : il s'ensuit que la poussière de lavage contenait encore 0,067 de cuivre.

Les crasses de décapage sont mêlées avec un peu de charbon de bois et fondues au four à réverbère sur une sole de sable. Il en résulte du cuivre rouge et des scories vitreuses, très-bulleuses et fortement magnétiques.

On en a extrait 0,035 de grenailles par le tamisage, et la poussière a donné avec trois parties de flux noir, 0,0783 de cuivre, qui contenait :

Cuivre.......	0,0739	0,0783.
Plomb.......	0,0028	
Antimoine....	0,0016	

4°. Scorie de Sibérie.

On conserve dans la collection de l'Ecole des Mines une scorie rapportée de Sibérie, et qui provient du raffinage du cuivre. Elle est compacte, à cassure conchoïde, luisante, d'un rouge foncé et opaque. Elle contient :

Silice..................	0,254	0,972.
Oxide de plomb........	0,482	
Protoxide de cuivre......	0,160	
Protoxide de fer.........	0,038	
Protoxide de manganèse...	0,016	
Alumine...............	0,022	

L'opération du raffinage du cuivre a évidemment pour but et pour effet de séparer tous les métaux étrangers par la scorification ; mais l'expérience a appris que cette condition ne suffit pas pour que le cuivre soit parfaitement malléable : aussi, après qu'il a été raffiné, lui fait-on subir encore une autre opération, qu'on exécute différemment dans chaque usine, et dont on fait partout un secret. On sait cependant qu'elle consiste à chauffer le cuivre fondu avec du charbon et à le tenir ensuite au contact de l'air pendant un certain temps. Le charbon est évidemment employé pour revivifier le protoxide de cuivre dont le cuivre métallique reste imprégné, même après qu'il a été mis en pleine fusion (1) ; mais on ne sait pas encore bien pourquoi il est

(1) Le cuivre se comporte avec son oxide comme le plomb avec la litharge. J'ai fait voir (*Ann. des Mines*, t. v, p. 340) que le plomb à demi-coupellé s'imbibe de litharge et devient terne et cassant, mais qu'il reprend son éclat et sa ductilité lorsqu'on le fond avec le contact du charbon.

nécessaire de laisser ensuite le bain métallique en contact avec l'air pendant un certain temps : cependant tout nous porte à croire que c'est pour détruire une certaine quantité de carbone qui se combine avec le cuivre et qui lui donne de l'aigreur.

Lettre *de M.* Anglada *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique.

Messieurs,

En parcourant le Mémoire de M. Balard que vous avez inséré dans le dernier Cahier de vos *Annales*, je n'ai pas été peu surpris d'apprendre que c'est *moi* qui avais donné le nom de *brôme* à la nouvelle substance à laquelle ce Mémoire est consacré. Cette assertion est évidemment une inexactitude dont une distraction de l'Editeur aura été cause, pendant le voyage que vous avez fait tous deux dans les Départemens. Il m'importe qu'elle soit relevée, et je vous en fais expressément la demande. Cette rectification se fera d'abord dans les intérêts de la vérité. L'on sait, en effet, que la substance dont il s'agit était sortie de mon laboratoire, et avait été présentée à l'Académie avec le nom de *muride* que j'avais cru devoir proposer.

Je ne me serais pas exposé, en second lieu, à me trouver moi-même en contradiction avec les principes de nomenclature chimique que je professe habituellement. Je ne suis pas grand partisan, je dois le dire, des noms fondés sur des propriétés. Ceux de *titane*, *urane*, *tellure*, adoptés par Klaproth, de *sélénium* employé par M. Berzelius, ne reposent pas sur ce principe, et resteront, à cause de cela, constamment irréprochables. Les dénominations de baryte, de barium déposeront long-temps contre les inconvéniens de cette méthode. Je n'ai balancé, quelques instans, pour dénommer la nouvelle substance, que parce que j'étais tenté de lui attacher un nom déduit de sa couleur, afin que même cette analogie artificielle rapprochât ce singulier corps du chlore et de l'iode avec lesquels il offre tant de liens de parenté.

Le nom de *brôme* sera-t-il sans inconvéniens pour un corps dont l'odeur ressemble si fort à celle du chlore? Mais il ne doit être ici nullement question de faire prévaloir tel nom ou

tel autre. Personne n'est plus porté que moi à la déférence pour les suffrages qu'a obtenus le nom substitué à celui que j'avais proposé. Il ne s'agit que de rétablir un fait : c'est le but de cette Note à laquelle vous m'obligeriez de vouloir bien accorder une place dans le prochain Cahier des *Annales*.

Montpellier, 17 octobre 1826.

(Le lecteur est prié de vouloir bien placer le paragraphe suivant après la deuxième ligne de la page 215 du XXXIIe volume. Un voyage de trois mois que M. Arago vient de faire a empêché de réparer cette omission plus tôt.)

Au reste, quoiqu'une diminution notable dans l'amplitude des oscillations de l'aiguille, résulte toujours, comme on vient de voir, du voisinage des corps non métalliques, je suis moi-même très-disposé à reconnaître que la plus grande partie de l'effet pourrait ici ne pas dépendre d'une action magnétique. Il est d'autant plus nécessaire de faire, à ce sujet, de nouvelles expériences dans le vide, que des aiguilles non aimantées m'ont paru elles-mêmes soumises à quelque influence ; que l'action amortissante du verre, de l'eau, du papier, en cela très-différente de celle des métaux, paraît être seulement une action de surfaces, et qu'enfin le mouvement de rotation de ces substances est sans effet, dès qu'un écran les sépare de l'aiguille aimantée.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	753,32	+18,1	73	753,54	+18,7	75	753,60	+18,7	66	754,96	+11,7	94	+18,7	+11,7	Couvert.	S.
2	756,20	+11,9	86	755,53	+16,8	73	755,03	+16,5	76	755,47	+13,0	95	+16,8	+ 7,0	Très-couvert.	N. E.
3	755 46	+13,1	89	755,70	+15,3	79	754,85	+17,3	65	755,20	+13,0	95	+17,3	+11,8	Couvert.	N. O.
4	752,76	+15,0	82	752 00	+16,5	64	750,60	+17,3	67	750,38	+11,6	95	+17,3	+10,3	Très-nuageux.	O.
5	750,60	+ 9,0	97	751,70	+12,0	78	752,06	+13,5	60	754,34	+ 9,7	94	+13,5	+ 9,0	Légère pluie.	N. O.
6	758,80	+10,3	85	759,20	+14,1	60	759,37	+14,0	62	761,23	+ 8,8	88	+14,3	+ 6,1	Très-nuageux.	N.
7	761,46	+ 9,2	82	761,04	+13,0	71	760,52	+13,9	62	761,15	+ 7,5	90	+13,9	+ 5,0	Nuageux.	N.
8	760,80	+ 8,8	86	759,84	+14,5	66	758,56	+14,8	51	756,87	+ 9,0	89	+15,0	+ 2,8	Beau.	S. O.
9	755,32	+13,7	90	754,96	+16,5	64	754,08	+16,0	61	755,03	+ 9,5	94	+16,5	+ 9,5	Nuageux.	S O.
10	755,52	+11,0	96	754,17	+13,0	97	752,62	+14,0	100	755,30	+15,5	100	+15,5	+10,0	Pluie continuelle.	S. O.
11	761,24	+15,5	90	761,30	+18,5	79	761,45	+17,0	91	762,72	+13,5	98	+18,7	+14,7	Quelques éclaircies.	O.
12	763,38	+16,0	82	763,30	+18,4	72	762,70	+19,0	71	762.86	+15,5	90	+19,0	+13,0	Très-petites éclairc.	O.
13	762,54	+14,5	86	762,26	+16,5	68	761,58	+17,2	65	762,25	+14,2	86	+17,2	+ 9,7	Couvert.	O.
14	762,32	+14,3	91	761,50	+17,0	79	760,44	+17,1	72	759,43	+15,4	86	+17,1	+13,0	Quelques éclaircies.	E.
15	756,30	+13,7	87	755,00	+16,5	83	753,14	+17,5	79	751.97	+13,0	88	+17,5	+10,7	Beau.	S E.
16	751,27	+13,1	91	750,44	+19,0	75	749,92	+20,5	69	753,73	+14,2	95	+21,0	+10,5	Très-nuageux.	S.
17	757,38	+13,5	86	756,90	+15,7	86	756,00	+15,7	91	755,70	+12,2	98	+15,8	+11,5	Couvert.	E.
18	755,63	+14,3	91	755,72	+19,0	79	755,28	+19,2	79	755,60	+17,0	99	+19,3	+ 9,5	Couvert.	S. S. E.
19	756 45	+17,1	82	756,38	+20,5	70	755.52	+21,5	68	755,60	+16,8	94	+21,7	+13,5	Eclaircies.	S. E.
20	755,60	+15,5	89	755,75	+19,0	81	755,62	+19,8	77	756,58	+16,5	96	+19,8	+13,5	Couvert.	S. E.
21	758,03	+14,6	94	757,72	+19,9	79	757,40	+20,7	74	757,80	+15,5	96	+30,7	+12,2	Vapeurs légères.	S. E.
22	757,43	+15,1	91	756,74	+19,8	79	755,73	+20,5	71	755,94	+15,2	90	+20,5	+11,5	Voilé.	S. S. E.
23	756,63	+15,5	91	756,15	+20,1	71	755,95	+21,7	71	756,31	+15,8	98	+21,7	+12,5	Beau.	S.
24	754,95	+13,5	99	756,24	+14,0	92	756,40	+15,5	88	756,28	+11,2	97	+15,5	+11,2	Couv., gout. d'eau.	O.
25	749,73	+11,6	93	748,56	+14,7	90	745,94	+16,5	88	746,87	+10,0	91	+16,5	+ 8,7	Quelq. pet. éclairc.	S. S. O.
26	745,71	+ 8,8	96	743,93	+10,4	89	744,18	+ 9,8	82	746,73	+ 6,5	95	+10,4	+ 6,5	Pluie continuelle.	O.
27	751,55	+ 9,0	87	751,26	+13,5	68	750,25	+11,2	74	752,84	+ 8,5	99	+13,5	+ 5,0	Couvert.	S. O.
28	761,03	+ 9,8	87	761,70	+11,8	73	762,10	+12,5	71	763,26	+ 9,8	82	+12,5	+ 9,0	Très-nuageux.	N. O.
29	763,70	+11,5	85	762,93	+14,0	74	761,65	+14,1	69	761,30	+11,2	90	+14,9	+ 8,5	Eclaircies.	O. N. O.
30	760,48	+12,5	98	760,63	+14,5	92	760,54	+13,8	89	760,29	+12,7	98	+14,5	+11,2	Couvert	O.
31	758,70	+13,1	92	758,83	+13,5	75	758,71	+12,7	67	758,72	+ 9,3	87	+13,5	+ 9,3	Très-couvert.	O. N. O
1	756,02	+12,0	87	755,77	+15,0	73	755,13	+15,6	67	755,99	+10,9	93	+15,9	+ 8,3	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,21	+14,8	87	757,86	+18,0	77	757,16	+18,4	76	757,64	+15,0	92	+18,7	+12,0	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 4,830
3	756,18	+12,3	92	755,88	+15,1	80	755,35	+15,4	77	756,03	+11,4	93	+15,8	+ 9 6	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 4,305
	756,78	+13,0	89	756,48	+16,0	77	755,87	+16,4	73	756,54	+12,4	93	+16,8	+ 9,9	Moyennes du mois,	+ 13,4.

Expériences *sur la Résistance de diverses substances à la rupture causée par une tension longitudinale.*

Par M. Navier.

Plusieurs corps ont déjà été soumis à des expériences de ce genre. On sait, par exemple, que le bois peut être rompu par un effort de 8$^{kil.}$ environ sur chaque millimètre quarré de la section transversale; que le fer fondu exige un effort de 13 à 14$^{kil.}$; le fer forgé, un effort de 40$^{kil.}$, et que le fer passé à la filière présente une force une fois et demie plus grande environ.*

Les recherches dont je me suis occupé ayant principalement pour objet la résistance des tuyaux et autres vases exposés à des pressions intérieures, j'ai soumis à l'expérience la tôle ou fer laminé, le cuivre laminé, le plomb laminé et le verre, dont on fait quelquefois des vases dans les appareils de physique et de chimie. Les expériences ont été faites avec beaucoup de soin, et sans l'aide d'aucune machine, ayant préféré employer des pièces moins fortes, que l'on pouvait rompre en leur suspendant immédiatement des poids, plutôt que d'agir au moyen d'une machine, ce qui altère presque inévitablement les résultats. Les dimensions ont été mesurées avec un instrument garni d'un vernier qui donnait immédiatement les dixièmes de millimètre, et lorsque les substances étaient fragiles, au lieu de mettre les poids avec la main, on faisait couler lentement du sable, que l'on pesait ensuite. J'avais soin de tracer avant l'expérience sur une face de la pièce,

deux traits, et d'observer l'accroissement de distance de ces traits, par l'effet de l'augmentation progressive de la charge, aussi bien que les variations des dimensions transversales des pièces lorsqu'elles étaient sensibles.

D'après ces expériences :

1°. Le laminage ne perfectionne pas le fer, comme le fait le tirage à la filière. Six expériences sur de la tôle tirée dans le sens de la longueur des feuilles, indiquent une force moyenne de $41^{\text{kil.}}$ par millimètre quarré de la section transversale. Quatre expériences sur de la tôle tirée perpendiculairement à la longueur des feuilles indiquent une force de $36^{\text{kil.}}$.

2°. Deux expériences sur de la tôle de cuivre indiquent une force de $21^{\text{kil.}}$ par millimètre quarré.

6°. Six expériences sur du plomb laminé indiquent une force de $1^{\text{kil.}} \frac{1}{3}$ par millimètre quarré. On pourrait en conclure que le plomb résiste d'autant moins, à surface égale, qu'il est plus mince.

7°. Sept expériences sur des tubes ou des tiges pleines en verre et en cristal, indiquent une force de $2^{\text{kil.}} \frac{1}{2}$ par millimètre quarré.

En général, le fer commence à s'allonger sensiblement, et paraît s'altérer sous des charges égales aux $\frac{2}{3}$ au moins de celles qui produisent la rupture. Le même effet a lieu pour le cuivre avec des charges égales à la moitié de celles qui produisent la rupture, et pour le plomb avec des charges qui surpassent un peu cette moitié.

Ces trois substances présentent des modifications différentes, lors de leur rupture par l'effet d'une tension. L'allongement du fer avant la rupture est assez irrégu-

lier. Il a varié dans les expériences depuis $\frac{1}{20}$ jusqu'à $\frac{1}{10}$ environ de la longueur primitive. Le cuivre s'est allongé avant de rompre des $\frac{2}{5}$ environ de la longueur primitive, la largeur et l'épaisseur diminuant en conséquence. Le plomb, sous les dernières charges que les pièces ont supporté, s'est allongé de $\frac{1}{10}$ environ de la longueur primitive; mais sous les charges un peu plus grandes qui ont déterminé la rupture, on a vu les pièces s'allonger lentement et progressivement en diminuant de largeur et d'épaisseur; et tandis que les autres substances rompent subitement et présentent une fracture transversale, le plomb rompt lentement en s'étirant, et les deux parties présentent après leur séparation une sorte de tranchant par l'effet de la diminution progressive de la largeur et de l'épaisseur, ce qui leur donne à-peu-près la forme de l'outil nommé *tourne-vis*.

On sait que, par les principes de la statique, connaissant la pression intérieure qui s'exerce dans un vase qui contient un fluide, on peut déterminer dans plusieurs cas les efforts de tension auxquels sont soumises les parois du vase. Par exemple, si le vase est un cylindre à base circulaire ouvert par les deux bouts, la paroi est tendue dans le sens des sections transversales seulement, avec une force qui, pour une unité de longueur du cylindre, est égale à la pression exercée sur l'unité superficielle multipliée par le rayon du cylindre. Si le cylindre est fermé par les deux bouts, outre la tension exercée dans le sens de la section transversale, la paroi est encore tendue dans le sens des arêtes, et l'on peut prouver que cette nouvelle tension est exactement moitié moins grande que la première. Enfin, si

le vase est sphérique, la paroi est également tendue dans tous les sens avec une force égale à la moitié de la tension supportée par un cylindre du même diamètre. On peut remarquer que les substances essayées, n'étant jamais soumises dans les expériences qu'à des tensions dirigées dans une seule direction, s'y trouvent dans un état différent de celui où elles sont lorsque les parois des vases sont tendus à la fois dans plusieurs directions. Il était donc permis de douter que, dans ces derniers cas, on pût appliquer sans erreur les résultats des expériences à la détermination de l'épaisseur des parois. Pour lever ce doute, j'ai fait exécuter en tôle de fer deux sphères qui avaient environ $0^{m},33$ et $0^{m},28$ de diamètre sur $2\frac{1}{3}$ millimètres d'épaisseur. Ces sphères ont été rompues au moyen d'une presse hydraulique, par des pressions d'environ 144 et 163 atmosphères. Le résultat de ces dernières expériences est que la matière n'est pas affaiblie par suite de ce qu'elle est également tirée dans tous les sens, et qu'elle résiste alors de la même manière que si elle n'était tirée que dans une seule direction. En effet, la tôle a été rompue par une tension égale dans tous les sens d'environ $46^{kil.}$ par millimètre quarré de la section, nombre un peu plus grand que la force moyenne donnée par les expériences directes; ce que l'on peut attribuer à ce que la sphère était consolidée par le cercle où la tôle était doublée et soudée, et probablement aussi à ce que cette tôle était d'une qualité un peu meilleure.

En comparant la force du plomb, telle qu'elle résulte des expériences directes, à celle qui résulte de quelques expériences faites à Edinburgh par M. Jardine sur des

tuyaux cylindriques, on trouve un entier accord entre les résultats. Ainsi le calcul peut donner de véritables lumières sur la résistance des parois des vases.

Tôle ou Fer laminé.

Les expériences ont toutes été faites en suspendant l'une des extrémités de la pièce à un support fixe, et attachant à l'autre extrémité un plateau que l'on chargeait de poids. Les dimensions ont été mesurées avec soin avec un instrument garni d'un vernier qui donnait immédiatement les dixièmes de millimètre.

1re *Expérience* faite sur une pièce en tôle, dont la longueur était dans le sens du laminage, terminée par deux anneaux formés avec la même tôle, mais à laquelle on avait conservé plus de largeur. L'un des anneaux passait dans une pièce de fer posée sur deux supports. L'autre soutenait un crochet auquel le plateau était suspendu. Longueur de la pièce, $0^{m},045$; largeur au milieu, $0^{m},009$; largeur aux deux bouts, $0^{m},0095$; épaisseur, $0^{m},0015$. Avant l'expérience, on a tracé sur la pièce avec les pointes d'un compas, deux traits dont la distance était de $0^{m},0366$. La pièce étant chargée de $252^{kil.}$, la distance des traits n'avait pas augmenté sensiblement; à $363^{kil.}$, cette distance est devenue $0^{m},037$; à $463^{kil.}$, $0^{m},0392$. La pièce a rompu au milieu de la longueur sous $488^{kil.}$, un instant après que le poids de $25^{kil.}$ avait été posé, mais avant que l'on eût eu le temps d'observer l'allongement. La tôle était très-saine, presque entièrement nerveuse, $\frac{1}{10}$ de grain au plus. Largeur mesurée après la rupture et près du point de rupture, $0^{m},0084$; épaisseur $0^{m},001$.

2e *Expérience*, sur une pièce semblable à la précédente. Longueur de la pièce, $0^{m},048$; largeur au milieu, $0^{m},0063$; aux deux bouts, $0^{m},0068$; épaisseur, $0^{m},0015$; distance des deux traits, $0^{m},04$. Cette distance n'a pas augmenté sensiblement sous une charge de $294^{k.}$. La charge étant de $319^{k.}$, cette distance est devenue $0^{m},0403$; à $344^{k.}$, $0^{m},0406$; à $354^{k.}$, $0^{m},0409$; à $369^{k.}$, $0^{m},0419$; à $374^{k.}$, $0^{m},0423$. La pièce a rompu au milieu sous cette dernière charge, un instant après que la distance des traits a été prise. La tôle était très-saine, entièrement nerveuse. Largeur après la rupture, $0^{m},0059$; épaisseur, $0^{m},0014$.

3e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Longueur de la pièce, $0^{m},036$; largeur au milieu, $0^{m},0073$; aux deux bouts, $0^{m},0076$; épaisseur, $0^{m},0026$. Distance des deux traits, $0^{m},032$. Cette distance n'a pas augmenté sensiblement sous une charge de $663^{k.}$; à $713^{k.}$, elle est devenue $0^{m},0033$; à $738^{k.}$, $0^{m},0346$; à $788^{k.}$, $0^{m},0348$. La pièce a rompu au milieu sous $823^{k.}$, sans que l'on ait eu le temps d'observer l'allongement. La tôle était très-saine, entièrement nerveuse. Largeur après la rupture, $0^{m},007$; épaisseur $0^{m},0022$.

4e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Longueur de la pièce, $0^{m},035$; largeur au milieu, $0^{m},0083$; aux deux bouts, $0^{m},0086$; épaisseur, $0^{m},0024$. Distance des deux traits, $0^{m},03$. Cette distance n'a pas augmenté sensiblement sous une charge de $610^{k.}$; à $635^{k.}$, elle est devenue $0^{m},0301$; à $660^{k.}$, $0^{m},0302$; à $770^{k.}$, $0^{m},0303$; à $795^{k.}$, $0^{m},0304$; à $810^{k.}$, $0^{m},0305$. On n'augmentait la charge à chaque fois que de 10 ou

de 5$^{kil.}$. L'allongement a augmenté progressivement jusqu'à ce que la charge étant de 905$^{kil.}$, la distance des deux traits est devenue 0^{m},00332. La pièce a rompu au milieu après que l'on a eu pris la mesure de cette distance. La tôle était très-saine, entièrement composée de nerf très-fin. Largeur après la rupture, 0^{m},0082 ; épaisseur, 0^{m},00207.

5e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur au milieu, 0^{m},0078 ; aux deux bouts, 0^{m},0081 ; épaisseur 0^{m},0015. Distance des deux traits, 0^{m},04. Cette distance n'a pas augmenté sensiblement sous une charge de 356$^{k.}$: à 376$^{k.}$, elle est devenue 0^{m},0405 ; à 436$^{k.}$, 0^{m},0411 ; à 461$^{k.}$, 0^{m},00422. La pièce a rompu au milieu sous 470$^{k.}$, sans qu'on ait eu le temps d'observer l'allongement. La tôle était saine et nerveuse.

6e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur au milieu, 0^{m},0073 ; aux deux bouts, 0^{m},0079 ; épaisseur, 0^{m},0023. Distance des deux traits, 0^{m},05. La pièce ne s'est pas allongée sensiblement sous 286$^{k.}$. Sous 336$^{k.}$, cette distance est devenue 0^{m},0502 ; sous 486$^{k.}$, 0^{m},0504 ; sous 536$^{k.}$, 0^{m},0506. La pièce s'est ensuite allongée progressivement, et sous 686$^{k.}$ la distance était devenue 0^{m},0536. La pièce a rompu sous ce poids après que la mesure a été prise. La tôle était très-saine et le nerf fin et égal.

7e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente, mais dont la longueur était dans le sens perpendiculaire à la direction du laminage. Longueur de la pièce, 0^{m},045 ; largeur au milieu, 0^{m},0061 ; aux deux

bouts, 0^m,0065; épaisseur, 0^m,001. Distance des deux traits, 0^m,04. La pièce ne s'est pas allongée sensiblement sous 216$^{k.}$; sous 226$^{k.}$ la distance est devenue 0^m,0401; sous 231, 0^m,0405; sous 241, 0^m,0408. La pièce a rompu sous ce dernier poids au milieu de la longueur. La rupture présentait un nerf fin sans grain.

8e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur au milieu, 0^m,0072; aux deux bouts, 0^m,015; épaisseur, 0^m,0022. Distance des deux traits, 0^m,098. Cette distance a paru commencer à croître sous 256$^{k.}$; sous 381$^{k.}$ elle est devenue 0^m,0984; sous 481$^{k.}$, 0^m,099. La pièce a rompu sous 531$^{k.}$, au milieu de la longueur. La rupture présentait un grain qui n'était pas très-fin : elle offrait l'apparence de couches dont l'adhérence n'était pas parfaite.

9e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur au milieu, 0^m,007; aux deux bouts, 0^m,015; épaisseur, 0^m,0015. Distance des deux traits, 0^m,0904. Cette distance a paru augmenter sous 286$^{k.}$. Sous 316$^{k.}$ elle est devenue 0^m,0908; sous 346$^{k.}$, 0^m,0918. La pièce a rompu sous 351$^{k.}$. La cassure était comme la précédente, mais le grain plus fin.

10e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur au milieu, 0^m,0073; aux deux bouts, 0,015. Epaisseur, 0^m,0011. Distance des traits, 0^m,0905. Cette distance a paru augmenter sous 156$^{k.}$. Sous 266$^{k.}$ elle est devenue 0^m,0907; sous 219$^{k.}$, 0^m,0914; sous 311$^{k.}$, 0^m,0922. La pièce a rompu sous 316$^{k.}$ La cassure était comme la précédente, mais le grain encore plus fin.

Cuivre rouge laminé.

11ᵉ *Expérience* faite sur un anneau de $0^m,18$ de longueur, sur $0^m,048$ de largeur, ayant la forme d'un rectangle terminé par deux demi-cercles. Ces demi-cercles portaient contre deux morceaux de fer ronds, de $0^m,048$ de diamètre, l'un fixe, l'autre chargé du plateau où l'on mettait les poids. La soudure était faite dans l'un des demi-cercles. Largeur du cuivre formant l'anneau, $0^m,0112$; épaisseur, $0^m,0012$. Distance de deux traits marqués sur un des côtés du rectangle, $0^m,09$. Il n'y a pas eu d'allongement sensible sous $145^{k.}$. Sous $252^{k.}$, cette distance est devenue $0^m,0907$; sous $302^{k.}$, $0^m,0912$. Elle a ensuite augmenté progressivement, de manière que sous $535^{k.}$, elle était $0^m,1177$. Sous $538^{k.}$, elle est devenue $0^m,1365$, et la pièce a rompu comme on venait de présenter le compas. La rupture s'est faite au milieu d'un des côtés du rectangle. La cassure, vue à la loupe, présentait un grain très-fin. Le cuivre, en s'allongeant, diminuait également, dans toutes ses parties, de largeur et d'épaisseur, ce qui a lieu jusqu'à la rupture. Largeur du cuivre mesurée après la rupture, $0^m,0098$; épaisseur, $0^m,001$. Comme chacun des côtés du rectangle portait la moitié de la charge, on a inscrit dans le tableau ci-dessous la moitié des poids.

12ᵉ *Expérience* sur un anneau semblable au précédent. Largeur du cuivre, $0^m,0116$; épaisseur, $0^m,0018$. Distance des traits, $0^m,115$. Cette distance n'a pas paru augmenter sous $486^{k.}$. Sous $536^{k.}$ elle est devenue $0^m,1158$, et sous $581^{k.}$, $0^m,11605$. On a déchargé la pièce, et la distance est demeurée de $0^m,11595$. La pièce

étant chargée de nouveau, la distance n'a pas paru augmenter jusqu'à ce que la charge fût devenue 525$^{k.}$, poids qui a porté cette distance à 0^m,1162. Sous 625$^{k.}$ elle était de 0^m,1168; sous 675$^{k.}$, de 0^m,1185. Elle a ensuite augmenté progressivement jusqu'à ce que sous 915$^{k.}$ elle fût devenue 0^m,1401. La pièce, sous 925$^{k.}$, a rompu près du commencement d'un des demi-cercles, avant que l'on n'ait eu le temps de présenter le compas. Largeur du cuivre mesurée après la rupture, 0^m,0105; épaisseur, 0^m,017.

Plomb laminé.

13e *Expérience* faite sur un morceau de plomb découpé dans une feuille suivant la forme d'un rectangle prolongé par des parties plus larges. Chacune de ces parties était serrée et clouée entre deux petites planches, ce qui donnait la facilité d'attacher la pièce avec de la ficelle aux morceaux de fer qui la supportaient et qui soutenaient le plateau. Longueur de la partie rectangulaire, 0^m,11; largeur, 0^m,0304; épaisseur, 0^m,0033. Distance de deux traits marqués sur la pièce, 0^m,07. Cette distance n'a pas augmenté sous un poids de 96^k. On a déchargé la pièce pour arranger une des ficelles qui la faisait tordre, et on l'a rechargée de 106$^{k.}$. La distance s'est trouvée de 0^m,0709. Sous 111$^{k.}$, de 0^m,0713; sous 121$^{k.}$, de 0^m,0722; sous 151$^{k.}$, de 0^m,076. La figure du plomb, qui s'étirait, s'était maintenue rectangulaire, la largeur étant réduite à 0^m,0293, et l'épaisseur à 0^m,0032. Sous 161$^{k.}$, la distance des deux traits est devenue 0^m,0785. La pièce a rompu sous 166$^{k.}$, un peu de temps après que l'on a eu posé le dernier poids de 5$^{k.}$. L'œil suivait facilement l'allongement très-

sensible qui a précédé immédiatement la rupture. Cette rupture s'est faite près d'une des extrémités de la partie rectangulaire, qui avait été un peu tordue. Le plomb, outre qu'il s'allonge beaucoup plus avant de rompre, ne présente pas une fracture transversale, comme le fer et le cuivre; mais la largeur et l'épaisseur, qui se sont maintenues uniformes dans le reste de la pièce, diminuent près de l'endroit où la séparation va se faire, en sorte que les deux parties séparées sont rétrécies et amincies à l'endroit rompu, terminées par une sorte de tranchant, et présentent une figure semblable à celle de l'outil nommé *tourne-vis*. Cette partie, où les dimensions diminuent ainsi, a eu, dans ces expériences, 1 à 2 centimètres de longueur.

14e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur, 0^m,0202; épaisseur, 0^m,0033. Distance des traits, 0^m,08. Cette distance n'a pas changé sous 56$^{k.}$. Sous 76$^{k.}$ elle est devenue 0^m,0818; sous 86$^{k.}$, 0^m,0849; sous 111$^{k.}$, 0^m,0883. La largeur était réduite à 0^m,0192; l'épaisseur à 0^m,0031. La pièce a rompu lentement, au milieu de la longueur, sous 116$^{k.}$

15e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur, 0^m,0147; épaisseur, 0^m,0033. Distance des traits, 0^m,08. Cette distance n'a pas changé sous 46$^{k.}$; sous 51$^{k.}$, elle est devenue 0^m,0804; sous 61^k, 0^m,0812; sous 76$^{k.}$, 0^m,0862. La largeur était de 0^m,0141; l'épaisseur, de 0^m,0032. Sous 77$^{k.}$, la distance des traits est devenue 0^m,089. La pièce a rompu lentement sous 78$^{k.}$.

16e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur, 0^m,0312; épaisseur, 0^m,0024. Dis-

tance des traits, $0^m,09$. Sous $36^{k.}$, qui était le poids du plateau, cette distance est devenue $0^m,0906$; sous $41^{k.}$, $0^m,091$; sous $61^{k.}$, $0^m,0975$. La pièce s'est allongée lentement, et a rompu sous $63^{k.}$. Le plateau n'étant pas libre de tourner lorsqu'on a mis les premiers poids, la pièce s'était un peu tordue. On a laissé ensuite tourner le plateau, et elle s'est redressée. Les deux parties séparées s'étaient fort allongées, comme on l'a indiqué ci-dessus.

17e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur, $0^m,0296$; épaisseur, $0^m,0024$. Distance des traits, $0^m,09$. Sous $46^{k.}$, cette distance a paru commencer à s'accroître ; sous $51^{k.}$, elle est devenue $0^m,0905$; sous $61^{k.}$, 0^m0914 ; sous $81^{k.}$, $0^m,0972$. La largeur de la pièce était alors $0^m,0286$; l'épaisseur, $0^m,0022$. La pièce a rompu lentement sous $86^{k.}$.

18e *Expérience* sur une pièce semblable à la précédente. Largeur, $0^m,0165$; épaisseur, $0^m,0024$. Distance des traits, $0^m,085$. Cette distance n'a pas paru augmenter sensiblement sous $26^k,3$; sous $28^k,3$, elle est devenue $0^m,0855$; sous $33^k,3$, $0^m,0872$; sous $40^k,3$, $0^m,0913$. La largeur de la pièce était alors $0^m,0159$; l'épaisseur n'avait pas diminuée sensiblement ; sous $41^k,3$, la pièce s'est allongée lentement et a rompu.

Verre.

19e *Expérience* sur un tube de verre. Ce tube était terminé par deux anneaux circulaires, qui donnaient la facilité d'attacher des ficelles aux extrémités. Longueur d'un anneau à l'autre, $0^m,155$. Diamètre extérieur,

variant de $0^m,0048$ à $0^m,0049$; diamètre intérieur, variant de $0^m,0022$ à $0^m,0023$. On a chargé le plateau de balance en y faisant couler lentement du sable ; le tube a rompu à la fois en plusieurs endroits sous $44^k,4$.

20ᵉ *Expérience* sur un tube semblable au précédent. Les deux points de jonction aux anneaux circulaires avaient été renforcés avec de la cire d'Espagne. Diamètre extérieur, de $0^m,0069$ à $0^m,0071$; diamètre intérieur, de $0^m,0034$ à $0^m,0035$. Le tube a rompu près d'une des extrémités sous $71^k,9$.

21ᵉ *Expérience* sur un tube semblable au précédent. Diamètre extérieur, $0^m,0068$ à $0^m,0071$; diamètre intérieur, $0^m,0034$ à $0^m,0035$. Le tube a rompu au milieu sous $65^k,9$.

22ᵉ *Expérience* sur un tube semblable au précédent. Diamètre extérieur, $0^m,0054$ à $0^m,0058$; diamètre intérieur $0^m,0024$ à $0^m,0025$. Le tube a rompu près de l'une des extrémités sous $40^k,4$.

23ᵉ *Expérience* sur une tige pleine en verre. Les extrémités avaient été présentées au feu et refoulées, avec la précaution de les refroidir lentement, et l'on y avait formé un gros bouton avec de la cire d'Espagne, ce qui permettait de les saisir avec des ficelles. Diamètre à l'une des extrémités, $0^m,0064$ à $0^m,0065$; à l'autre extrémité, $0^m,0070$ à 0^m0071. La pièce a rompu près de l'extrémité la moins grosse sous $54^k,9$.

24ᵉ *Expérience* sur une portion de la même tige, préparée comme ci-dessus. Elle a rompu sous 110^k ; diamètre au point de rupture, $0^m,0065$ à $0^m,0066$.

25ᵉ *Expérience* sur une tige pleine en cristal, préparée comme ci-dessus. Longueur entre les extrémités,

$0^m,75$. Elle a rompu sans secousses, sous 164$^{k.}$, comme on posait un poids de 1$^{k.}$. La rupture s'est faite à la fois en plusieurs points. Les plus petits diamètres mesurés près des points de rupture étaient $0^m,0095$ à $0^m,0097$; les plus grands, 0^m0099 à $0^m,01$.

Vases sphériques rompus par l'effet d'une pression intérieure.

26e *Expérience.* On a fait un vase sphérique avec deux pièces de tôle de fer, battues pour leur donner la double courbure nécessaire. Ces deux pièces, formant chacune la moitié du vase, se recouvraient l'une l'autre de $0^m,01$, suivant la direction d'un grand cercle de la sphère, et étaient assemblées par des rivets et par une soudure. Dans un des points de ce grand cercle était soudée une portion de tuyau d'environ $0^m,03$ de diamètre, susceptible d'être fermée par une vis percée suivant son axe, au moyen de laquelle l'intérieur de la sphère pouvait être mis en communication avec une presse hydraulique. Une autre ouverture semblable, mais fermée hermétiquement, avait été pratiquée dans un point placé à l'un des pôles du grand cercle. Cette dernière ouverture était inutile pour l'expérience, mais elle avait été nécessaire pour s'assurer que la soudure avait été bien faite. Le diamètre extérieur de la sphère, dans le sens du grand cercle contenant la soudure, était de $0^m,337$, et le diamètre perpendiculaire au plan de ce grand cercle de $0^m,323$. L'épaisseur de la tôle était de $0^m,0026$. La presse hydraulique forçait l'eau dans une capacité avec laquelle

l'intérieur de la sphère communiquait par un petit tuyau. Cette capacité présentait à sa face supérieure une ouverture pratiquée dans un plan horizontal, ayant exactement un centimètre quarré de surface. On recouvrait cette ouverture avec une petite plaque de cuir sur laquelle on plaçait des poids qui chargeaient cette plaque verticalement. Le levier de la presse hydraulique était mis en action; il jaillissait autour de la petite plaque de cuir des particules d'eau, ce qui donnait l'assurance que la pression intérieure surpassait celle qui était indiquée par les poids dont cette plaque était chargée. L'eau jaillissait même après que le coup de levier était fini, par l'effet de l'élasticité de la sphère qui, ayant été dilatée pendant le coup de levier, se contractait ensuite. La plaque de cuir ayant été chargée successivement de 138$^{k.}$, la sphère ne parut pas altérée; mais la charge ayant été portée à 144$^{k.}$, il se forma à 0^{m},05 de la soudure une très-petite fente de 0^{m},035 de longueur, par laquelle on vit jaillir de l'eau.

27e *Expérience* faite sur un vase sphérique semblable au précédent. Le diamètre extérieur dans le sens du grand cercle suivant lequel la soudure était faite, était de 0^{m},285, et le diamètre perpendiculaire au plan de ce cercle, de 0^{m},279; l'épaisseur de la tôle, 0^{m},0024. La sphère a résisté, la soupape étant chargée de 159$^{k.}$; elle a rompu lorsque cette soupape a été chargée de 163$^{k.}$; la rupture s'est manifestée par une très-petite fente à 0^{m},12 du cercle soudé et 0^{m},10 de l'appendice placé dans ce cercle.

Récapitulation des Expériences sur la résistance de divers substances à une tension longitudinale.

Nos.		LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	POIDS QUI A PRODUIT le premier allongement observé.	POIDS QUI A PRODUIT la rupture	POIDS qui a produ la rupture par millim. qu
		millim.	millim.	kilog.	kilog.	kilog.
1	Tôle ou fer laminé, tiré dans le sens du laminage.	9	1,5	365	488	36,1
2	*Idem*.............	6,3	1,5	319	374	39,6
3	*Idem*.............	7,3	2,6	713	823	43,3
4	*Idem*.............	8,3	2,4	635	905	45,4
5	*Idem*.............	7,8	1,5	376	461	39,4
6	*Idem*.............	7,3	2,3	336	686	40,9
	Moyenne.........	....	....	....	......	40,8
7	Tôle ou fer laminé, tiré perpendiculairement au sens du laminage.	6,1	1,0	216	241	39,5
8	*Idem*.............	7,2	2,2	381	531	33,5
9	*Idem*.............	7	1,5	286	351	33,4
10	*Idem*.............	7,3	1,1	266	316	39,5
	Moyenne.........	....	....	....	......	36,4
11	Cuivre rouge laminé..	11,2	1,2	123	269	20
12	*Idem*.............	11,6	1,8	268	463	22,2
	Moyenne.........	....	....	....	......	21,1
13	Plomb laminé.......	30,4	3,3	106	166	1,65
14	*Idem*.............	20,2	3,3	76	116	1,74
17	*Idem*.............	29,6	2,4	46	86	1,21
16	*Idem*.............	31,2	2,4	56	63	0,84
15	*Idem*.............	14,7	3,3	51	78	1,61
18	*Idem*.............	16,5	2,4	28,3	41,3	1,04
	Moyenne.........	....	....	....	......	1,35
			Diam. intér.	Diam. extér.		
			millim.	millim.		
19	Tube de verre............		2,3	4,85	44,4	3,1
20	*Idem*...................		3,45	7	71,9	2,47
21	*Idem*...................		3,45	6,95	65,9	2,3
22	*Idem*...................		2,45	5,6	40,4	2,03
23	Tige pleine, en verre.....		....	6,45	54,9	1,68
24	Partie de la même tige.....		....	6,55	110	3,26
25	Tige pleine, en cristal.......		....	9,6	164	2,27
	Moyenne..................		....	....	......	2,48

RÉPONSE *au Mémoire de M.* CAVENTOU *inséré dans le Cahier de mai des* Annales de Chimie et de Physique.

PAR M. RASPAIL.

LE rapport de M. Robiquet à la Société Philomatique nous ayant fourni l'occasion de connaître une partie du Mémoire que M. Caventou venait de lire en réfutation de notre travail (1), à la section de pharmacie (Académie royale de Médecine), il nous parut dans l'intérêt de la vérité de prémunir les membres honorables de cette Société contre les imputations de l'auteur. Quoique M. Caventou n'ait point assisté à la séance dans laquelle le secrétaire donna lecture de notre lettre, nous ne doutons pas qu'il n'en ait eu connaissance par la voie des chimistes eux-mêmes, qui n'avaient pas manqué déjà de lui faire part de l'impression fâcheuse que les formes de son attaque avaient produite sur leur esprit.

Ce qui a droit de nous surprendre aujourd'hui, c'est que M. Caventou n'ait tenu compte ni de notre réclamation ni des conseils de ses collègues, et qu'il ait laissé subsister pendant l'impression de son Mémoire, et des formes que l'urbanité désavoue et des allégations dont notre lettre avait démontré matériellement la fausseté.

Nous respectons trop nos lecteurs pour chercher le moins du monde à rendre la pareille à M. Caventou ; notre langage sera celui des faits et de l'expérience ; et si notre réfutation était susceptible de porter quelque

(1) *Annales des Sciences naturelles*, décembre 1825.

atteinte à la réputation de M. Caventou, qu'il ne s'en prenne qu'à lui-même ; car nous avons fait toutes les démarches nécessaires pour lui épargner une pareille levée de boucliers.

Notre réponse se divisera en deux parties. Dans la première, nous réfuterons ce que M. Caventou avance contre notre travail, c'est-à-dire, nous répondrons aux leçons qu'il nous adresse. Dans la seconde, nous examinerons les expériences que M. Caventou donne pour le résultat de huit ans de recherches sur la fécule, et qu'il oppose comme des modèles de précision sans doute à nos expériences microscopiques : en un mot, nous parlerons de deux choses bien distinctes, des préceptes de M. Caventou et de ses exemples.

M. Caventou, en parlant de nos expériences sur la coloration à froid des grains de fécule par l'iode, et de la décoloration par un alcali sans que ces grains subissent le moindre changement dans leur vòlume ou dans leur diamètre, s'exprime de la manière suivante: *Cette expérience prouve, selon moi, que les grains de fécule ne sont pas doués d'une porosité assez grande pour permettre l'absorption de l'iode dans l'intérieur de leur substance, et que comme l'action chimique est très-faible entre ces deux corps, il n'y a point désagrégation de la molécule amylacée, laquelle conserve alors sa forme primitive ; mais cela n'est pas une raison pour ne pas admettre une combinaison, toute superficielle qu'elle puisse être. Les tissus animaux et végétaux soumis aux procédés de teinture perdent-ils leur forme primitive par la fixation des couleurs ? et cependant on ne dira pas, je pense, qu'il n'y a pas combinaison.*

Ainsi que tout homme de bonne foi doit se conduire, nous avons scrupuleusement transcrit le passage de M. Caventou. Nous devons pourtant avertir que M. Caventou ne parle pas ici après avoir refait l'expérience, car nous verrons plus bas que M. Caventou n'a mis qu'une seule fois l'œil au microscope ; en sorte qu'il joue ici le rôle d'un observateur placé sur le haut d'une montagne, qui crierait à celui qui est dans la plaine : Ce que vous voyez là n'est pas une fleur, et ce que vous tenez à votre main est un morceau de quartz que vous prenez pour un calice. Nous oserons d'abord assurer à M. Caventou que tout le monde lui dira que dans ce cas il n'y a pas une combinaison binaire dans le sens bien constaté en chimie ; qu'on ne se permettra jamais d'appeler un tissu de lin teint par l'indigo, de l'*indigure de lin*, par le safran, du *safranure de lin*, etc. ; mais que la chimie a consacré un terme spécial pour désigner le caractère distinctif de cette affinité des tissus, et que ce terme, c'est le mot de *coloration*. Or, si M. Caventou avait eu la précaution de ne pas tronquer notre passage, il aurait vu que nous ne nous sommes pas exprimés d'une autre manière. Nous allons rétablir notre phrase en entier : *Ce qui se passe dans le contact réciproque de l'amidon et de la teinture d'iode n'est donc plus une combinaison chimique dans le sens propre du mot ; et au lieu d'un iodure d'amidon, c'est une simple coloration analogue, quant à sa nature, à la coloration en jaune que l'iode imprime aux autres tissus végétaux; c'est enfin une simple supra-position des molécules de l'iode sur la surface des grains féculens.*

Il est évident que pour que cette supra-position ait

lieu, il faut admettre l'action d'une affinité ou la présence d'un mordant qui augmente cette affinité; mais enfin ce n'est pas ce qu'on entendait par *iodure d'amidon*, sans quoi on aurait admis dans le langage chimique, un *iodure en jaune*, et un *iodure en bleu*, un *iodure du ligneux*, comme un *iodure d'amidon*.

La première leçon que nous donne M. Caventou, repose donc sur un de nos passages qu'il a tronqué, et sur un jeu de mots impardonnable à un auteur qui a fait un Traité sur *la nomenclature chimique*.

Cependant M. Caventou, grâces, dit-il, à l'obligeance de M. Edwards qui avait un microscope à sa disposition, a été témoin que les grains de fécule de pomme de terre ont une forme globulaire, dont le diamètre varie à l'infini; mais rien ne lui a prouvé (*cette seule fois sans doute*) que ces grains contenaient une substance gommeuse.

M. Caventou aurait-il intention de faire croire au public que c'est à la seule vue des grains de fécule qu'on peut juger de leur contenu? Il nous permettra alors de prier ses lecteurs de recourir à notre Mémoire lui-même pour s'assurer du nombre d'expériences bien des fois répétées par lesquelles nous sommes parvenus à ce résultat.

M. Caventou continue : *L'auteur* (c'est de nous qu'il s'agit) *a exposé la fécule à la chaleur de manière à carboniser la couche supérieure* (1); *il s'est empressé alors de projeter quelques parcelles de la couche de fé-*

---

(1) Nous avons dit la *couche inférieure*.

cule intermédiaire (1) *sur le porte-objet*, *au centre duquel il avait mis une goutte d'alcool étendu. Tout-à-coup il a vu des courans s'établir*, *les grains de fécule s'attirer et se repousser avec la rapidité de l'éclair; et il a aperçu certaines traces gommeuses qui s'étendaient lentement dans le liquide*, *comme si* (c'est ici M. Caventou qui parle) *l'alcool même très-étendu pouvait ainsi permettre à la gomme de s'étendre.*

Nous avons inséré, dans notre Mémoire, des explications si détaillées sur le mécanisme par lequel l'alcool précipite la gomme, que nous ne nous serions jamais attendus qu'un chimiste élevât la moindre difficulté au sujet de cette expérience. Nous profiterons de cette circonstance pour donner plus de développement à notre pensée, et l'on se convaincra sans doute que ceux qui emploient le plus souvent une substance ne se sont pas toujours bien rendu compte de la théorie de ses phénomènes principaux.

L'alcool ne précipite la gomme qu'en la déplaçant, c'est-à-dire en s'emparant des molécules d'eau qui dissolvaient la gomme. S'il arrive donc que la gomme soit très-étendue d'eau, l'alcool trouvera moyen de se saturer d'eau sans déplacer la gomme, et alors il n'y aura pas de précipité, ou, si l'on veut, de *Coagulum*; expérience qui est très-facile à vérifier. Or, rien ne pouvait être mis à profit avec plus de succès au microscope, que

---

(1) Nous avons dit de la *couche suivante*, c'est-à-dire de celle qui est immédiatement au-dessus de la couche carbonisée.

cette propriété de l'alcool pour reconnaître le genre de liquide qui sort des tégumens de la fécule.

Car, dans la supposition que le contenu de la fécule soit de la gomme, si j'avais employé l'eau seule, l'œil armé du meilleur microscope n'aurait jamais pu découvrir l'instant où quelque chose sortait de ce tégument; de même qu'il serait impossible d'observer au microscope la dissolution actuelle d'un sel quelconque ou d'un fragment de gomme arabique.

Mais si j'étends la goutte d'eau d'une molécule d'alcool, de manière à ce que l'alcool soit entièrement saturé d'eau et qu'il reste des molécules d'eau non saturées d'alcool, il arrivera que ces molécules d'eau s'empareront de la substance gommeuse à la sortie des tégumens; on aura donc près du tégument deux sortes de liquide, l'un saturé de gomme et l'autre d'alcool; lesquels deux liquides seront doués d'un pouvoir réfringent différent, ce qui permettra de voir sortir du tégument une trace gommeuse plus ou moins lente, selon qu'il y aura plus ou moins de gouttes d'eau libres pour l'étendre; et enfin l'agitation imprimée au liquide par l'évaporation de l'alcool fera quelquefois décrire à cette trace gommeuse des sinuosités qui permettront de reconnaître son point de départ. Nous n'avons donc pas dit que la gomme se dissolvait dans l'alcool, comme M. Caventou voudrait le faire croire, mais tout simplement que parce que l'alcool refusait à dissoudre la gomme, l'emploi de l'alcool pourrait servir au microscope à reconnaître la substance gommeuse dans son commencement de dissolution dans les molécules libres de l'eau.

De ce que nous avons ajouté qu'on est obligé de répéter l'expérience plusieurs fois pour pouvoir assister à la sortie de la substance gommeuse, M. Caventou conclut *qu'il est aisé de juger, d'après l'inconstance de ces résultats, qu'il est très-difficile de bien observer au microscope.*

M. Caventou ne craint-il pas par là de se montrer aussi peu difficile sur la propriété des termes que sur l'exactitude des citations? Car peut-on accuser des résultats d'inconstance, ceux qui ne sont dans le cas d'échapper à l'observateur que lorsqu'il a laissé passer l'occasion de les obtenir? Or, que de circonstances ne peuvent-elles pas s'opposer à ce qu'on assiste juste à l'instant où le phénomène se présente? Est-on toujours certain d'avoir mis assez d'alcool pour ne saturer qu'à demi l'eau qu'on emploie? d'avoir pris sur la parcelle de fécule les grains dont les tégumens auront été endommagés par le calorique pour que la substance gommeuse trouve une issue? enfin de mettre l'œil à l'oculaire à l'instant même où le phénomène commencera?

Il est difficile d'oberver au microscope; certes oui, quand on n'en a pas l'habitude. Mais quand même ces difficultés seraient aussi grandes que M. Caventou, qui n'a observé qu'une fois, semble l'insinuer, quelle conséquence faudrait-il en tirer? Le chemin de la vérité n'a-t-il pas toujours été hérissé d'obstacles à surmonter et de difficultés à vaincre? Est-il une seule de nos découvertes qui n'ait coûté bien des dégoûts à l'inventeur, même sans tenir compte des dégoûts d'une autre espèce dont il est sûr d'être récompensé en la publiant?

Mais pourtant s'il est vrai, ce dont M. Caventou seul doute encore, que la fécule soit un organe et non un principe immédiat, ne faudra-t-il pas reconnaître l'immense avantage du microscope sur les expériences chimiques faites sans le secours de cet instrument? Car enfin le microscope, dans cette supposition, nous aura appris en six mois une vérité que n'auraient pas même fait soupçonner huit ans de recherches poursuivies par notre critique?

Nous passerons deux ou trois phrases dans lesquelles M. Caventou tronque encore notre pensée, et nous arrivons à une conclusion qu'il nous prête avec une sécurité qui a lieu de nous étonner. *Ainsi*, nous fait dire M. Caventou, *l'empois, au lieu d'être une combinaison d'eau, d'amidine et d'amidon* (1), *serait une dissolution de gomme extraite par l'eau d'un certain nombre de grains ovalaires, de tégumens déchirés provenant de ces derniers, plus quelques grains de fécule intacts, mais dilatés par l'eau chaude.* Grand Dieu! dans quel passage de notre Mémoire M. Caventou a-t-il pris cet étalage de substances? Ne dirait-on pas, en vérité, que M. Caventou a écrit ici sous la dictée d'un tiers quelconque qui aurait voulu surprendre sa bonne foi? Car nous avons eu soin d'établir presque à toutes les pages de notre travail, que l'empois était simplement un mélange de substance gommeuse et de tégumens d'où cette

---

(1) Nous ne savons pas dans quelle *Nomenclature chimique* M. Caventou a trouvé cette théorie de l'empois. Avant lui, l'empois était un *hydrate* et l'*amidine* était une altération.

substance était sortie par l'action du calorique, et qui, rapprochés entre eux, donnaient à la masse l'apparence gélatineuse. Avant que les tégumens aient été dilatés par l'action du calorique, nous les avons appelés *grains de fécule :* ainsi les grains et les tégumens ne sont que deux états différens d'un même organe, et si l'on retrouve dans le liquide quelques grains entiers, c'est un simple accident qu'on peut éviter en ayant bien soin de délayer la fécule avant de la verser dans l'eau en ébullition, accident qui est dû à ce qu'alors l'extérieur d'un grumeau étant seul atteint par l'action du calorique, tous les grains de cette couche extérieure forment, en crevant, une espèce de croûte, se soudent les uns aux autres, et préservent les couches intérieures du contact de l'eau en ébullition. Ainsi il nous est permis de renvoyer à M. Caventou, comme lui appartenant en propre, tout le reste de l'explication qu'il nous attribue.

M. Caventou vient ensuite à parodier plutôt qu'à analyser un de nos passages. C'est ici qu'il ne nous permet jamais d'expliquer notre pensée, qu'il semble se charger du soin de l'expliquer afin de mieux la défigurer, qu'il nous dicte les conclusions que nous avons nous-mêmes tirées, et qu'il cherche à nous faire un crime d'avoir eu le bonheur de rectifier une de nos erreurs avant la publication de notre Mémoire. M. Caventou est fort heureux de ne jamais tomber dans une erreur ; car nous ne sachions pas qu'il en ait jamais rectifié aucune ! Mais nous qui ne jouissons pas du même privilége, et qui nous adressons à des personnes qui sont bien persuadées ne pas en jouir plus que nous,

qu'il nous soit du moins permis de développer la série des circonstances qui nous ont amené à nous amender. N'est-ce pas servir la science que d'indiquer à ceux qui nous suivront dans la carrière que nous venons de parcourir, les écueils et les illusions que nous avons pu rencontrer les premiers, afin de leur épargner les faux pas que nous avons faits nous-mêmes ?

Il arrive assez souvent qu'à travers le nombre d'expériences que nécessitent les recherches, on oublie le point de départ d'une opinion qu'on s'est formée ; et lorsqu'on vient à bout de réfuter sa propre opinion, on ne sait plus où en retrouver la cause. C'est ce qui nous est arrivé à nous-mêmes dans notre premier Mémoire ; et ce n'est qu'en parcourant avec plus de soin nos Notes, que nous avons pu retrouver la cause d'une erreur que nous étions venus à bout de reconnaître. Nous avons rétabli les faits dans une Note imprimée au mois de mars 1826, dans les *Annales des Sciences naturelles* ; Note que M. Caventou n'a pas voulu prendre la peine de consulter.

Lorsque nous faisions subir une espèce de torréfaction à la fécule dans la première expérience que nous avons décrite, il nous arrivait toujours de voir la substance soluble de la fécule sortir incolore des tégumens colorés même par un grand excès d'iode. Lorsqu'au contraire nous observions la fécule ayant subi l'ébullition dans l'eau, l'iode colorait alors et les tégumens et la substance soluble de la fécule. Le moyen le plus naturel qui se présentait alors à notre esprit de concilier deux expériences si contradictoires, c'était d'admettre que, dans la première, les tégumens ayant

été en très-grand nombre endommagés par la carbonisation, il en restait moins dans la substance soluble pour lui communiquer leur coloration par réflexion ; que dans l'ébullition, au contraire, les tégumens n'ayant pas été endommagés par la carbonisation, et ayant été fortement dépouillés de leur substance soluble jusqu'à devenir plus ou moins insensibles dans un milieu aussi dense que la substance gommeuse, se colorant tout-à-coup par l'iode, communiquaient leur coloration à la substance soluble incolore par elle-même. Cette opinion n'avait rien, je pense, de bien extraordinaire, et si des expériences subséquentes ne nous avaient pas fourni l'occasion de la détruire, elle n'eût pas manqué de partisans. Mais enfin deux caractères bien tranchés de coloration vinrent nous éclairer sur des différences inaperçues ; et la torréfaction de la substance soluble isolée nous ayant présenté cette substance non susceptible de se colorer par l'iode, tandis que la même torréfaction ne faisait que modifier la faculté de se colorer des tégumens isolés de la substance soluble, tout fut expliqué. Dans la première expérience, la substance soluble avait subi une torréfaction qui l'avait dépouillée de la faculté de se colorer par l'iode ; dans l'ébullition, au contraire, la substance soluble n'avait rien perdu de ses propriétés ; et il fallait la faire torréfier très-légèrement, ou bien la faire simplement évaporer pour lui faire perdre sa faculté de se colorer. De là, dès cet instant, nous avons tiré la conséquence que la faculté de se colorer par l'iode était due à une substance quelconque qu'il nous était sans doute permis d'appeler *volatile*, et qui était étrangère à la substance

soluble, puisque cette substance soluble conservait avant et après l'évaporation toutes les propriétés qui l'assimilent aux gommes, qu'elle se précipitait avant et après par l'alcool, le sous-acétate de plomb, le nitrate de bismuth, etc., qu'elle était soluble dans l'eau, formant un vernis sur les surfaces, et qu'enfin elle n'avait perdu, par l'évaporation, qu'une seule de ses propriétés, celle de se colorer. Nous n'avons point déterminé cette substance, nous ne l'avons point classée; nous nous sommes contentés d'en admettre l'existence, sous quelque forme que ce puisse être, comme une conséquence d'une expérience bien simple; et c'est là ce que M. Caventou nous accuse d'avoir pris dans notre imagination. A ce sujet, voici en quels termes s'exhale son indignation. *Quand l'observation microscopique ne s'accorde pas avec l'observation chimique, vous avez vu par quel moyen M. Raspail concilie les choses; il suppose l'existence d'un être volatil. Vous conviendrez sans doute qu'une telle manière de faire et de raisonner s'écarte trop de celle suivie aujourd'hui dans l'étude des sciences exactes, pour qu'elle puisse être admise. S'il en était autrement, nous courrions trop les risques de rétrograder vers les temps où florissaient le* phlogistique *et l'*acidum pingue, *lesquels reviendraient, n'en doutons pas, sous des formes et des noms plus appropriés à notre époque* (1).

Que M. Caventou se rassure, nous ne voulons créer

---

(1) Nous réclamons la priorité de cette phrase pour le collaborateur de M. Caventou, qui s'exprimait ainsi contre M. Bonastre dans le *Journal de Pharmacie*, janvier 1824, page 13 : *Quant à la seconde hypothèse, nous croyons*

ni acides ni alcalis végétaux. Nous n'avons d'autre intention que d'étudier la nature, et de l'étudier dans la nature elle-même, et non pas seulement dans le fond d'un laboratoire. Nous venons de commencer; et comme nous savions bien d'avance toutes les contradictions que notre découverte devait éprouver, sans connaître pourtant les points de notre Mémoire qui pourraient présenter de préférence le flanc à la critique bien ou mal entendue, nous nous sommes décidés à ne faire entrer aucun artifice dans la rédaction de notre travail, et à exposer le plus simplement et le plus laconiquement qu'il nous serait possible les expériences longuement constatées qui nous ont amené à un résultat que tous les chimistes n'ont pas jugé avec l'amertume de M. Caventou. Il faut observer aussi que nous parlions dans notre Mémoire à des lecteurs qui voudraient voir au microscope non pas une seule fois, mais autant qu'il serait nécessaire pour vérifier nos expériences; et c'est pourquoi nous avions cru pouvoir nous dispenser d'entrer dans des détails que l'observation devait rendre inutiles.

Cependant, comme M. Caventou ne veut nous juger qu'à une distance qui ne lui permet pas de tout voir, nous nous ferons un plaisir de lui expliquer plus en détail les raisons qui nous ont fait admettre l'existence d'une substance que nous n'avons pas encore isolée.

Je vois au microscope et je vois aussi en grand par des procédés dont je parlerai plus tard, deux substances

---

devoir la placer au rang des rêveries de Raymond-Lulle et de Paracelse. On voit entre ces deux formes une certaine fraternité.

bien distinctes dans la fécule : l'une insoluble dans l'eau à une température quelconque, et capable seulement de se tenir en suspension par l'élévation de température; l'autre soluble dans l'eau, à froid comme à chaud, et qui se comporte absolument comme la gomme. Ces deux substances fort distinctes se ressemblent cependant par un point, qui est celui de se colorer par le contact de l'iode. Observons que l'une de ces substances est un organe plus gros que certains *Pollens*, et que par conséquent on peut observer sans crainte d'illusion d'optique, et que l'autre est un liquide qui y est contenu, quoi qu'en dise M. Caventou; observons encore que l'organe dont nous venons de parler ressemble absolument à une cellule végétale, c'est-à-dire au ligneux; qu'il se conduit absolument comme ce dernier avec les acides et tous les corps. D'un autre côté, on rencontre dans les cellules des végétaux des organes isolés comme le grain de fécule, aussi gros que le grain de fécule, et qui ne se colorent pas par l'iode comme le grain de fécule, mais qui se colorent comme le ligneux en jaune; enfin le temps peut dépouiller les tégumens de la fécule, de la propriété de colorer en bleu par l'iode.

N'est-il donc pas raisonnable de penser que le phénomène de coloration par l'iode est tout-à-fait étranger à l'organisation du tissu qui sert de tégument à la fécule, et que ce dernier pourrait se passer de cette propriété sans cesser d'être vésicule et de renfermer la substance gommeuse? Ne voyons-nous pas tous les jours les pétales de la même fleur présenter des phénomènes de coloration divers, et se dépouiller, d'une

année à l'autre, d'une nuance ou d'une couleur même? Dit-on alors que la fleur a changé de substance; et la conséquence la plus naturelle, même pour ceux qui n'observent pas au microscope, n'est-ce pas que les couleurs et les phénomènes de coloration sont entièrement étrangers à l'organisation du pétale ?

Par une autre conséquence qui nous paraît immédiate, si je puis concevoir cette substance colorante, ce mordant, comme étant étranger à l'organisation du tégument de la fécule, ne m'est-il pas permis de la concevoir comme étrangère à une substance gommeuse à qui la simple évaporation la fait perdre? Enfin je rencontre un troisième ordre de faits qui me présente encore cette coloration, quoique la substance où elle se manifeste soit évidemment différente de la fécule, je veux parler des granules de *Pollen*. Nous avons découvert que l'iode colore en bleu les granules de *Pollen*; si la coloration est essentielle à la fécule, ne faudra-t-il pas admettre que les granules de *Pollen* sont de la fécule? Conséquence qu'on se gardera bien d'avouer, je pense. Voilà plus de développemens qu'il ne faudra à un esprit non prévenu, pour penser avec nous que la coloration de la fécule par l'iode est due à une substance dont elle peut se dépouiller, sans rien changer à sa première nature.

Nous avons parlé dans notre Mémoire d'un phénomène que présente toujours la teinture d'iode versée sur la substance soluble de la fécule. La fécule se prend en grumeaux qui nagent dans le liquide et qui disparaissent avec l'évaporation de l'alcool.

M. Caventou trouve que par là la substance gom-

meuse et soluble se rapproche singulièrement par sa nature des tégumens. En nous exprimant de la sorte, nous parlions toujours aux personnes qui voudraient voir nos expériences au microscope, et ne pas les parodier de loin; et nous étions assurés d'avoir assez distingué, par le fait seul de l'expression même, une membrane d'un tégument. Un tégument est une vésicule, par conséquent un organe; une membrane est un *Coagulum*; il serait donc de toute impossibilité de confondre, même au premier coup d'œil, l'une avec l'autre. Nous ajouterons que c'est même là l'argument le plus irréfragable en faveur de notre découverte, même pour ceux qui ne voudront la vérifier que de loin. Car les membranes que l'iode, que l'alcool, que la teinture d'iode déterminent dans la fécule bouillie, sont un *Coagulum* absolument analogue aux membranes ou *Coagulum* que l'alcool détermine dans une dissolution de gomme arabique. Or, si l'on lave bien la fécule de pomme terre à froid, et qu'on la délaie dans l'eau en la laissant déposer, l'alcool ne précipitera rien du liquide qui la surmonte, et au microscope on n'observera dans l'alcool agité que des globules libres; mais dès que l'ébullition ou le calorique aura fait éclater ces grains, l'alcool déterminera un précipité, et si l'on fait l'expérience sur le porte-objet, on aura en même temps et des tégumens bien distincts et vésiculeux, et des membranes inertes et informes ou *Coagulum*, qui correspondront d'une manière très-reconnaissable, par leur forme, aux grains eux-mêmes.

En conséquence, que M. Caventou nous dise d'où sera venue la substance qui se coagule par l'alcool et qui se

dissout dans l'eau, si elle n'est pas sortie de ces vésicules ?

Mais, se demande M. Caventou, *puisque, malgré les filtrations les plus soignées de ces liqueurs gommeuses, le microscope a toujours indiqué la présence de quelques tégumens, et puisque ceux-ci restent toujours colorés, comment se fait-il donc que ces liqueurs perdent, au bout de douze à quinze heures de contact à l'air, leur couleur bleue, qu'elles reprennent ensuite par l'addition d'une nouvelle dose d'iode ? Les tégumens ne resteraient donc pas toujours colorés, de même que la prétendue substance gommeuse ?*

L'expérience est le seul moyen de répondre à des renseignemens qu'on demande sous forme d'objection : il reste toujours, il est vrai, et quoi qu'on fasse, des tégumens dans le liquide ; observation vraiment désespérante pour ceux qui, dans les analyses minérales ou dans celles des écorces (1), nous donnent les poids et les volumes à des millièmes près ; mais le nombre de ces tégumens réduit, soit par les filtrations, soit par la décantation, ne peut aucunement modifier les propriétés de la substance soluble ; ces tégumens tombent dans le fond du vase avant que la décoloration spon-

(1) Nous n'entendons pas parler ici des analyses de substances immédiates que la nature a pris soin, pour ainsi dire, d'isoler de ses propres mains. Les beaux travaux de MM. Gay-Lussac et Thenard, de MM. Berzelius, de Saussure, Chevreul, à ce sujet, malgré la dissidence des résultats, doivent être regardés comme les fondemens de la physiologie végétale et animale.

tanée ait eu lieu, on les y voit avant et après parfaitement colorés; et si l'on colore de nouveau par l'iode, la coloration s'opère avec autant d'intensité que la première fois et sans précipité; enfin, si l'on examine la surface du liquide au microscope, on distingue bien, s'il y en a encore, les tégumens du reste de la substance colorée, et si bien que tous les détails imaginables du style ne pourraient suppléer à la clarté et à l'évidence de l'observation microscopique.

Nous rappellerons à ce sujet, ce que M. Caventou n'a mentionné nulle part dans ses objections, que nos expériences sur les phénomènes de la coloration n'ont été publiées par nous que comme des jalons que nous placions d'avance sur la route, pour nous diriger ultérieurement d'une manière plus précise; et aujourd'hui nous sommes en mesure de prouver que la formation des membranes n'est pas essentielle à la coloration, quoiqu'elle la rende plus durable, et qu'on peut colorer la substance soluble (1) par l'iode sans y déterminer aucun *Coagulum*; et qu'ainsi la substance colorante qui sert de mordant pour fixer l'iode sur le tissu du tégument est aussi la seule qui se colore par l'iode dans la substance soluble : ces expériences, nous les publierons bientôt.

Nous venons de parler de substance soluble de la fécule et de substance insoluble, et pourtant M. Caventou assure *que, dans tout le cours de son Mémoire, M. Raspail n'indique aucun moyen propre à isoler directement cette gomme qu'il dit être contenue dans les*

---

(1) Avant l'évaporation, bien entendu.

tégumens qui constituent la fécule. Son moyen analytique le plus puissant, et à l'aide duquel il établit la plupart de ses raisonnemens, réside toujours dans son microscope.

A l'époque de la lecture du Mémoire de M. Caventou à la section de pharmacie, nous écrivîmes à la Société au sujet de cette dernière inculpation, les phrases suivantes : *M. Caventou ne peut échapper à l'accusation d'avoir voulu induire l'Académie en erreur, qu'en supposant qu'il n'a pas lu notre Mémoire, ou du moins qu'il n'en a pas lu le commencement; car, dès les premières pages, nous avons indiqué deux moyens dont nous nous sommes servis avec succès dans toutes nos expériences.* On voit que M. Caventou n'a tenu aucun compte d'un démenti aussi formel ; et puisqu'il répète ici un fait matériellement faux, nous allons lui opposer une seconde fois la réfutation la plus péremptoire, en transcrivant nos propres expressions : *Il est facile d'isoler en grand*, avons-nous dit dès le commencement de notre Mémoire, *les tégumens d'avec la substance soluble après l'ébullition; il faut seulement avoir soin d'employer assez d'eau pour que la fécule ne se prenne pas en gelée; on l'abandonne ensuite à elle-même dans un flacon bouché, et en deux jours les tégumens sont précipités en flocons blancs. Le précipité se fait un peu plus lentement dans un vase exposé à l'air, il s'opère même alors en deux fois, et le second jour on peut remarquer déjà une couche blanche surnageant le liquide, absolument semblable à la couche précipitée, et qui finit par se précipiter aussi. On peut isoler encore les tégumens au moyen de filtrations successives à l'eau chaude d'abord, et ensuite à*

l'eau froide. L'eau chaude facilite le passage d'un plus grand nombre de tégumens ; mais, d'un autre côté, elle dissout une plus grande quantité de substance soluble.

Ce qu'il y a de plus étrange, c'est que M. Caventou lui-même a cité, sans doute par mégarde, quelques pages plus haut, ce dernier passage tout en le tronquant comme à son ordinaire. M. Caventou prétendra-t-il que nous devions avertir qu'il faut, dans le premier cas, décanter la substance soluble et la faire évaporer ? Nous ne le pensons pas, car M. Caventou sait trop bien que de pareils détails de manipulation n'ont pas besoin d'être exprimés. Se retranchera-t-il enfin sur ce que nous avons avancé qu'on ne doit point se flatter d'obtenir la substance soluble à un tel état de pureté que le microscope n'y indique la présence de quelques tégumens ? Mais ce que nous avons dit de la substance soluble de la fécule, nous l'avons dit aussi de toute substance animale ou végétale qu'on isole : ainsi dans le gluten le plus pur, le microscope indique une multitude incalculable de grains de fécule. Nous pouvons même, sans craindre d'être démentis, porter un défi au manipulateur le plus habile : c'est de nous offrir une subtance gommeuse, soit gomme arabique, soit gomme adraganthe, etc., qui ne nous présente une quantité incalculable de débris de tissu cellulaire. Mais enfin, une fois que la présence inévitable de ces corps étrangers ne modifie pas d'une manière sensible les propriétés de la substance soluble, n'est-on pas en droit de regarder cette dernière comme jouissant d'un degré de pureté suffisant pour être étudiée et décrite ?

Nous avons promis de consacrer une seconde partie

aux faits nouveaux que M. Caventou publie en son nom et qui sont le résultat de huit ans de recherches ; nos observations ne seront pas nombreuses, car il nous semble inutile de réfuter des théories basées sur les idées qu'on s'était formées de la fécule avant le travail que nous avons publié ; puisque, si nos expériences sont exactes, celles de M. Caventou doivent tomber d'elles-mêmes.

Ainsi nous ne parlerons ni du *composé ternaire d'amidon pur, d'amidon modifié et d'eau*, que M. Caventou voit dans l'empois, ni des deux espèces d'empois, *l'une au* maximum *et l'autre au* minimum, etc. ; mais nous nous contenterons de relever deux ou trois faits dans lesquels l'auteur croit trouver une réfutation complète des nôtres.

Pour prouver que l'iode forme avec l'amidon une véritable combinaison qu'on doit appeler *iodure d'amidon*, M. Caventou s'appuie sur l'expérience suivante, la seule qu'il nous semble avoir faite à ce sujet : *Si, dans la liqueur filtrée ci-dessus* (1) *et amenée à la couleur purpurine par l'iode, on ajoute un peu d'amidine* (2) *ou d'amidon, à l'instant même ces deux corps enlèvent l'iode à la substance qui cause la couleur purpurine, et produisent une combinaison bleue qui reste dissoute si elle est produite par l'amidine, et qui se précipite si elle*

---

(1) Fécule de froment exposée à la chaleur de l'été pendant plus de six semaines.

(2) M. Caventou entend par *amidine* l'amidon bouilli, et par *amidon* l'amidon ordinaire. Nous n'avons pas compris la nécessité de ce changement dans la nomenclature.

est due à l'amidon. Si l'on assurait à M. Caventou que dans cette expérience l'amidon, au lieu d'avoir enlevé l'iode à la substance purpurine, n'a fait que s'approprier l'excès d'iode resté dans le liquide, et a dérobé à l'œil par sa couleur bleue foncée la couleur purpurine du reste, qu'aurait à répondre ce chimiste? demanderait-il une expérience directe? La voici : au lieu de prendre la substance filtrée, qu'on prenne la substance restée sur le filtre, et qui, dans le cas de M. Caventou, doit se colorer en purpurin comme la première; qu'on la colore sur le filtre par l'iode en solution; une fois colorée, qu'on la lave à grande eau jusqu'à ce que le liquide qui passera à travers le filtre ne passe plus coloré et ne colore plus l'amidon; alors, sans rien déranger à l'appareil, qu'on jette de l'amidon non coloré sur le filtre, qu'on le mêle en remuant avec la substance purpurine, et qu'on nous dise ensuite si la couleur bleue reparaît. Donc, dans l'expérience de M. Caventou, l'amidon n'a pas dépouillé la substance purpurine, il s'est seulement emparé de l'excès d'iode, excès qu'on pourra enlever par le procédé que nous indiquons.

Ce fait, continue M. Caventou, *ne prouve-t-il pas qu'il y a véritablement action chimique entre l'iode et l'amidon, et que la coloration n'est pas simplement déterminée par un effet physique, ainsi que vient de l'avancer M. Raspail. Lorsqu'il y a affinité bien évidente, peut-on révoquer en doute l'action chimique?*

Nous ne savons pas ce que M. Caventou entend par action physique; mais nous entendons fort bien ou que M. Caventou ne nous a pas compris ou qu'il n'a pas voulu faire semblant de nous comprendre. Car avons-

nous jamais nié qu'il y eût affinité entre le tissu et la matière colorante? Tout ce que nous avons avancé, c'est que l'amidon se colorait sur ses tégumens comme les tissus, et non comme les combinaisons binaires qu'on nomme *iodures*; et c'est très-gratuitement que M. Caventou a inventé l'action physique pour dénaturer notre opinion.

Comme nous ne voulons pas laisser à notre réponse le seul mérite d'avoir fourni des renseignemens à M. Caventou, et que nous désirons, même dans la polémique, fournir à la science quelques notions utiles, nous prendrons la liberté de donner sur une circonstance qu'annonce M. Caventou des détails qui ne seront pas inutiles à ceux qui s'occupent de médicamens.

Néanmoins, dit M. Caventou, *je dois dire que toutes les racines d'orchis ne sont pas de la même nature que le salep; M. Vauquelin m'a dit qu'il avait retiré des orchis indigènes une quantité assez forte de bel amidon, tandis que M. Robiquet m'a assuré n'avoir pu extraire vestige du même principe de quelques orchis de nos pays. Ces résultats contradictoires prouvent combien la présence de ce principe féculant, dans ces racines, est inconstante et doit avoir peu d'influence sur leurs propriétés médicales.*

Voilà deux autorités bien respectables que cite M. Caventou, et que la science chimique seule n'a pu cependant éclairer sur la contradiction de résultats bien faciles à obtenir. M. Caventou pourra appeler cela de l'inconstance dans les résultats et tirer la conséquence qu'il a tirée plus haut contre nous, qui est qu'il est bien difficile d'observer en chimie. Quant à nous, nous

lui avouerons que ces deux chimistes célèbres avaient raison tous les deux ; mais que l'*inconstance* ou plutôt la divergence de leurs résultats vient non point des manipulations chimiques, mais plutôt de l'époque de leurs observations et de l'âge des organes qu'ils ont observés et analysés, ce que nous allons tâcher de faire comprendre d'une manière plus détaillée.

Nous avons découvert, dans nos recherches au microscope, qu'un organe destiné à renfermer de la fécule, n'en a pas à tous les âges; ainsi le péricarpe des graminées en général a de la fécule avant la fécondation, et il la perd ou il la dépense après la fécondation au profit de l'organe interne (*périsperme*); le périsperme n'a point de fécule avant la fécondation, il en acquiert après jusqu'à la maturité de la graine; mais à la germination il la perd peu à peu au profit de l'embryon qui se développe. Or, les tubercules d'orchis se composent comme la graine d'un périsperme amylacé et d'une plumule; le périsperme amylacé renfermé dans le tubercule perd sa fécule au profit de la plumule qui se développe en tige, et quand la tige est développée, le tubercule a perdu toute sa fécule; cependant en même temps que ce tubercule s'oblitère, il part de la base de la tige un autre tubercule qui commence par n'avoir point de fécule, qui en acquiert en grossissant, et qui, une fois formé, séjournera pendant l'hiver sous la terre jusqu'à ce que les premiers rayons du printemps lui donnent le calorique nécessaire pour se sacrifier à son tour à la plantule qu'il recèle. S'il arrive donc à un chimiste d'analyser ces tubercules sur la fin de l'automne, il ne trouvera point de fécule dans l'un, il en

trouvera dans l'autre ; s'il les analyse lorsque la tige est en fleur, il n'en trouvera peut-être ni dans l'ancien tubercule qui est épuisé ; ni dans le nouveau qui n'en possède pas encore. En conséquence, les orchis sont réellement des tubercules féculens en France comme en Asie ; mais ils ne le sont pas à toutes les époques de leur vie, pas plus en Asie qu'en France. Voulez-vous donc obtenir du salep en France par les *orchis indigènes*, saisissez l'instant favorable de la saison, et manipulez comme en Asie ; nous ne doutons pas que vous n'en obteniez en assez grande quantité pour vous passer du *salep exotique*.

En résumé, M. Caventou n'oppose à nos expériences que des doutes et des expériences ou vagues ou erronées ; M. Caventou n'a vérifié qu'une seule de nos expériences, et il l'a trouvée exacte ; toutes les autres qu'il n'a pas voulu prendre la peine de vérifier, il les condamne et les repousse. Le public appréciera sans doute une telle conduite ; quant à nous, il nous suffira de la signaler.

Note *sur l'Influence qu'exerce l'électricité développée par le contact des métaux sur les dépôts de carbonate de chaux dans les tuyaux de plomb.*

Par Mr J. Dumas.

La plupart des sources qui proviennent des collines placées dans le voisinage de la Seine sont fortement chargées de carbonate de chaux dissous dans l'acide

carbonique en excès. On peut, jusqu'à un certain point, considérer en théorie cette dissolution comme un sel acide, comme un bi-carbonate de chaux, par exemple. Dans ce cas, l'application de la pile sur un tel composé peut donner lieu à divers phénomènes, suivant l'énergie du courant. On pourrait obtenir à l'un des pôles le calcium et le carbone, et à l'autre l'oxigène; ou bien, avec une pile plus faible, la chaux d'un côté, et l'acide carbonique de l'autre; et enfin, avec une pile plus faible encore, on pourrait décomposer le sel acide en sous-carbonate de chaux et en acide carbonique.

C'est ce dernier cas qui se réalise de la manière la plus évidente dans les conduits de plomb destinés à diriger les eaux mentionnées.

Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner ces conduits et les réservoirs de plomb qui renferment l'eau en quantité plus grande, et qui, par leur construction, montrent de suite le genre de phénomènes sur lequel on désire attirer l'attention dans cette Note.

A la Manufacture de porcelaines de Sèvres, qui est alimentée par une source fortement chargée de carbonate de chaux, il existe un réservoir de plomb dont la surface intérieure offre en général des traces à peine sensibles de dépôt; mais sur les lignes de réunion des lames de plomb qui forment la cuve, et par conséquent sur la soudure, on observe une couche fort épaisse, quelquefois de plusieurs lignes, d'une incrustation irrégulière à la surface, mais évidemment cristalline à l'intérieur. Ce dépôt, coloré par un peu de sous-carbonate de fer, se dissout entièrement et avec effervescence dans l'acide nitrique affaibli.

Une barre en fer, qui servait à soulever une soupape placée au fond du réservoir, et qui plongeait par conséquent dans l'eau, se trouve couverte d'une couche de dépôt telle que celui-ci présente une épaisseur de cinq à six lignes dans les parties même les moins chargées, tandis que les surfaces de plomb pur placées dans le voisinage n'offrent que des traces équivoques de dépôt.

Dans les tuyaux eux-mêmes, l'incrustation se forme constamment à la partie où ceux-ci ont été joints par des soudures. Les plombiers connaissent ce fait, et lorsque l'engorgement devient assez fort pour arrêter l'écoulement des eaux, c'est toujours sur ces points qu'ils dirigent leurs travaux.

Enfin, les robinets en cuivre qui servent à l'écoulement des eaux sont aussi le siége de ces incrustations. On pourrait, à la vérité, croire que l'évaporation de l'eau qui se fait à leur partie ouverte contribue à produire ce dépôt; mais on sera convaincu qu'il n'en est rien, si on observe qu'en arrière de la clef le dépôt est à-peu-près aussi fort qu'en avant.

Il reste à montrer que ces dépôts sont bien dus à des influences électriques, et non point à l'action mécanique des aspérités que pourraient offrir les soudures, les barres de fer et les robinets.

Un vase rempli d'eau de la source qui fournit la manufacture fut abandonné à lui-même pendant deux jours, après qu'on eut placé dans son intérieur une paire galvanique. Au bout de ce temps, l'eau, qui auparavant précipitait abondamment par les oxalates, fut à peine troublée par ces réactifs; la surface du cuivre était recouverte d'un dépôt floconneux, celle du zinc

n'offrait rien de semblable. Ici l'influence électrique était évidente, car le cuivre était poli, et le zinc présentait les rugosités que l'action des acides développe toujours à la surface de ce métal.

Une lame d'argent de quatre pouces carrés fut placée dans le réservoir avec lequel elle était en communication au moyen d'une bande en plomb soudée au bord de celui-ci. La lame flottait dans l'eau : elle fut abandonnée à elle-même pendant six mois, et au bout de ce temps on la trouva *couverte d'une couche épaisse de dépôt*, tandis que la bande de plomb qui la supportait était *parfaitement nette.*

Ces observations, en montrant le siége et la cause du mal, en indiquent aussi le remède; des expériences, qui seront tentées à cet égard, apprendront quels sont les moyens les plus simples à employer, et quelle est l'étendue dans laquelle se propage leur action.

Pour comprendre le but qu'il s'agit d'atteindre et la forme qui convient aux préservateurs métalliques, il faut considérer l'ensemble des tuyaux, comme une immense plaque qu'il s'agit d'électriser dans toute son étendue, de telle façon qu'elle attire l'acide carbonique. Il faut, en outre, que le métal excitateur plonge dans l'eau, de manière que la surface devienne le siége exclusif du dépôt, et qu'on puisse enlever celui-ci à volonté, sans que l'écoulement des eaux en soit gêné. On y parvient au moyen de la construction suivante : Soit un tuyau de plomb AA; si l'on pratique de distance en distance un tuyau latéral B, et que celui-ci soit fermé par un bouchon C, muni d'une tige D, qui pénètre dans l'intérieur de l'eau qui remplit les tuyaux, toute la sur-

face du plomb sera préservée, tandis que le bouchon et la tige deviendront le siége des incrustations.

Il s'agit de déterminer la nature du métal à mettre en en usage pour les bouchons. Les observations précédentes montrent qu'on peut employer l'étain, le cuivre ou le fer. Il est évident, d'après cela, que les bouchons de fonte rempliront toutes les conditions désirées.

Les données relatives à la distance qu'on doit mettre entre ces bouchons ne sont pas encore bien établies; toutefois, d'après l'ensemble des faits observés, il ne paraît pas que l'action pût se propager au-delà de dix ou douze pieds; il faudrait donc mettre un tuyau latéral et un bouchon de vingt en vingt pieds au plus, et de trente en trente au moins.

Il n'est point douteux qu'une observation attentive ferait découvrir de semblables phénomènes dans tous les appareils métalliques exposés à l'influence des eaux pendant long-temps; on trouverait sans doute ainsi des moyens de préserver ces masses des altérations qu'elles subissent à la longue.

Les observations qui précèdent se trouvent pleinement confirmées par celles de M. Davy. Le dépôt des alcalis contenus dans l'eau de mer sur le cuivre était une des conséquences les plus prochaines de son appareil préservateur pour le doublage des vaisseaux; elle n'avait point échappé à sa sagacité, et fut pleinement confirmée par l'expérience. Lorsque le cuivre était préservé par $\frac{1}{35}$ ou $\frac{1}{80}$ de zinc ou de fer en surface, il se trouva couvert, au bout de quatre mois, d'une croûte blanche formée de carbonate de chaux, de carbonate et d'hydrate de magnésie.

Ce qu'il y a de remarquable dans les observations qui font l'objet de cette Note, c'est le rapport électrique du plomb à l'égard du fer, du cuivre et de l'étain : d'après l'ensemble des propriétés chimiques de ces métaux, le plomb serait positif à l'égard du cuivre et de l'étain, et négatif, au contraire, à l'égard du fer. L'expérience directe, d'après M. Pouillet, montre que par le contact le plomb est négatif à l'égard de la soudure des plombiers, tandis qu'il est positif à l'égard de l'étain, du fer et du cuivre.

Ces variations tiennent sans doute à la complication des phénomènes eux-mêmes. L'action électrique du contact des métaux entr'eux, celle qui provient du contact du liquide et des métaux, enfin celle qui résulte de l'action chimique du liquide sur les métaux produisent des changemens inévitables dans les rapports électriques apparens de métaux faiblement électro-moteurs comme le plomb.

Il me paraît hors de doute, néanmoins, que le cuivre, le fer, et la fonte surtout, doivent agir comme corps négatifs, à l'égard du plomb, dans les circonstances mentionnées, et attirer le carbonate de chaux tandis que le plomb attire l'acide carbonique; d'où il résulte qu'on peut non-seulement préserver, par ce moyen, un système de tuyaux nouvellement établi, mais encore nettoyer à la longue un système de tuyaux partiellement engorgé; l'acide carbonique, mis en liberté sans cesse à la surface du plomb, se trouvant dans les circonstances les plus favorables pour dissoudre le carbonate de chaux déjà déposé.

Cette méthode se recommande, par sa simplicité,

aux manufacturiers et aux directeurs des grands établissemens publics. Il est à espérer qu'elle aura, dans quelque temps, été sanctionnée par l'expérience.

Avec quelques légères modifications, on pourrait l'appliquer à dessaler l'eau de mer; des expériences seront prochainement tentées dans ce but.

LETTRE *de M.* Gaultier de Claubry *à M.* Gay-Lussac *sur la Manière d'agir des Chlorures alcalins comme corps désinfectans.*

MONSIEUR,

LA Commission chargée, par M. le Préfet de Police, de l'importante opération du curage des égoûts Amelot et du canal Saint-Martin, ayant eu occasion, dans le cours de ses travaux, d'employer une grande quantité de chlorure de chaux, comme moyen auxiliaire de préservation pour les ouvriers, a désiré se rendre compte de la manière d'agir de cette substance : elle a fait à cet égard des observations qu'elle publiera d'une manière très-détaillée dans le rapport sur cette opération; elle croit cependant devoir, en attendant, faire connaître les résultats qu'elle a obtenus. C'est bien antérieurement à la discussion qui s'est élevée entre MM. Pouzin et Bories que la Commission s'est occupée de ce sujet, puisque le commencement de ses travaux date des premiers jours de juillet.

Il m'avait semblé, depuis la publication de votre Mémoire sur la chlorométrie (*Ann. de Ch. et de Phys.*

XXVI, 165), que l'action du chlorure de chaux était parfaitement connue ; car vous dites que « sa dissolution abandonnée à l'air se décompose peu à peu : une portion de la chaux se combine avec l'acide carbonique contenu dans l'air, et le chlore, qui était combiné avec elle, se dégage : on retarde cette décomposition en entretenant constamment un excès de chaux dans la dissolution. »

Il paraît cependant que cette observation n'a point été remarquée, puisque M. Labarraque s'efforce d'établir que ce sont les miasmes eux-mêmes qui sont attirés par le chlorure et se trouvent décomposés en agissant sur le chlore qu'il renferme ; et que, dans la discussion qui s'est élevée entre MM. Pouzin et Bories sur les chlorures alcalins, ni l'un ni l'autre n'en fait mention, et que M. Bories, qui d'ailleurs s'est approché aussi près que possible de la vérité sans l'avoir dit, n'établit pas cependant que l'acide carbonique soit la cause de la décomposition du chlorure de chaux.

M. Labarraque prétend aussi que son chlorure exposé à l'air se transforme très-promptement en *hydrochlorate* : j'avoue que, sans avoir fait d'expériences à cet égard, je ne concevais pas ce mode d'action. J'ai voulu déterminer à la fois ce qui se passe dans ces circonstances.

Du chlorure de chaux bien saturé, dissous dans l'eau, a été soumis à l'action d'un courant de gaz carbonique : après quelques instans il s'est dégagé du chlore, et en continuant l'opération pendant assez long-temps, la totalité de ce gaz a été expulsée de la combinaison : la liqueur n'avait plus aucune action décolorante, même

sur la teinture de tournesol ; du carbonate de chaux s'était précipité, une partie s'était ensuite redissoute dans l'excès d'acide carbonique.

Cette expérience est longue ; la décomposition d'un gramme de chlorure a duré plus de trois heures ; mais elle était complète au bout de ce temps. Quand on fait l'expérience sur une dissolution concentrée et en grande quantité, il faut avoir l'attention de ne pas respirer le gaz qui sort de l'appareil et qui agit singulièrement sur la poitrine.

De l'air que l'on faisait passer *lentement* au travers d'une dissolution *saturée* de potasse à la chaux, n'a produit aucune action sensible sur la dissolution du chlorure de chaux après une demi-heure consécutive : il faut cependant noter qu'au commencement de l'expérience une petite croûte de carbonate de chaux s'est formée à la surface de la liqueur par l'action de l'air qui remplissait une partie de l'appareil.

Le carbonate de chaux qui provient de la décomposition du chlorure de chaux ne retient aucune trace de chlore.

Le chlorure de soude est décomposé par l'acide carbonique comme le chlorure de chaux, seulement plus lentement, parce qu'il ne se forme pas de sel insoluble.

Il est difficile d'obtenir du chlorure de chaux tout-à-fait exempt d'hydrochlorate ; pour savoir si de l'hydrochlorate se forme dans la décomposition du chlorure, j'ai déterminé la quantité d'acide hydrochlorique avant et après l'action de l'acide carbonique : elle était exactement la même.

Pour déterminer la quantité d'acide hydrochlorique dans le chlorure avant sa décomposition, j'ai traité le chlorure par l'acide acétique et précipité ensuite par le nitrate d'argent.

M. d'Arcet avait fait aussi, de son côté, des expériences qui ont donné des résultats absolument semblables à ceux que j'avais obtenus, en abandonnant à l'air des dissolutions de chlorure de chaux.

Le 13 août, une dissolution de chlorure, marquant 12° au pèse-sel, a été exposée à l'air après avoir été filtrée. Le 10 octobre, la liqueur ne contenait plus de chlore ; elle ne décolorait plus le tournesol ; le précipité qui s'était formé, étant bien lavé, a été reconnu pour du carbonate de chaux.

Une dissolution du même chlorure, marquant 16°, a été abandonnée à l'air le 16 août : le 10 octobre, on l'a trouvée dans le même état que la précédente.

Ces expériences suffiraient pour bien expliquer ce qui se passe dans l'action du chlorure sur l'air imprégné de miasmes putrides ; il nous a semblé cependant que quelques essais directs ne seraient pas inutiles ; en voici les résultats :

De l'air a été insufflé au travers de sang abandonné depuis huit jours à la putréfaction et qui dégageait une odeur insupportable ; on l'a fait passer ensuite au travers d'une dissolution de chlorure de chaux ; du carbonate de chaux s'est formé, et l'air est sorti sans odeur et complètement purifié par le chlore.

La même opération a été recommencée en faisant passer l'air dans une dissolution *saturée* de potasse à

la chaux avant de lui faire traverser le chlorure ; l'air est sorti avec une odeur très-fétide.

De l'air a été laissé vingt-quatre heures en contact avec une partie du sang qui avait servi à l'expérience précédente : une portion ayant été mise en contact avec du chlorure, la désinfection a été complète en quelques instans, et il s'est formé du carbonate de chaux ; l'autre partie a été traitée par de la potasse caustique et ensuite par le chlorure ; mais elle a conservé une odeur insupportable.

Il nous semble que rien ne reste à désirer maintenant sur l'action des chlorures alcalins comme désinfectans : l'acide carbonique de l'air décompose le chlorure et met le chlore en liberté ; celui-ci réagit comme s'il eût été employé directement.

Il est facile de juger, d'après cela, combien est inexacte la manière de voir de M. Labarraque sur l'action des chlorures ; et il est malheureux qu'ayant eu occasion de l'employer en quantité considérable, il n'ait pas cherché à s'assurer, par quelques expériences, si sa théorie était fondée sur des faits.

Quant à l'emploi des chlorures comme désinfectans, il est aisé d'expliquer la préférence qu'on leur accorde dans beaucoup de cas sur des fumigations de chlore.

L'acide carbonique renfermé dans l'air ou provenant de la décomposition des substances animales chasse le chlore de ses combinaisons, et comme cette action s'opère lentement, le chlore est moins susceptible d'agir sur l'économie animale, mais décompose aisément les miasmes putrides ; c'est donc une véritable fumigation

de chlore, seulement moins forte et beaucoup plus long-temps prolongée.

Si vous pensez que ces résultats méritent quelque intérêt, veuillez avoir la complaisance d'insérer cette lettre dans le prochain Cahier de vos *Annales*.

J'ai l'honneur, etc.

Paris, 28 octobre 1826.

Sur *les Relations qui existent entre les actions électriques et les actions chimiques.*

Par Sir Humphry Davy.

Lu à la Société royale le 8 juin 1826.

(Traduit par M. Anatole-Riffault.)

I. *Introduction.*

Il y a déjà long-temps que j'ai fait devant cette Société une lecture bakérienne sur les actions chimiques de l'électricité; les lois générales de décomposition que j'exposai alors furent immédiatement confirmées par quelques applications pratiques que la Société me fit l'honneur d'accueillir d'une manière très-favorable, et la nouvelle classe d'agens nouveaux et énergiques qui se présenta tout-à-coup m'ayant jeté, pour plusieurs années, dans un champ de recherches purement chimiques, ce n'est que depuis, et à une occasion bien connue, que j'ai repris l'étude des principes généraux de l'action électro-chimique. Malgré le grand nombre

d'expériences nouvelles que j'aurai le plaisir d'exposer à la Société, les considérations très-diverses qui ont été mises en avant tant dans ce pays que dans d'autres, et nonobstant les progrès rapides de la science, il doit être particulièrement flatteur pour moi de remarquer que je ne suis obligé de changer en aucune manière la théorie fondamentale établie dans mes premiers Mémoires, et qu'après un laps de vingt années elle a continué, comme dans l'origine, à me servir de base et de guide dans toutes mes recherches.

Je suis d'autant plus engagé à publier en ce moment ce nouveau travail, bien qu'il soit encore loin d'être achevé, que les belles découvertes d'OErsted et de Morichini, étendues encore récemment par quelques recherches ingénieuses, rattachent les changemens électro-chimiques à un ordre de faits entièrement originaux, et font concevoir l'espérance que plusieurs phénomènes corpusculaires compliqués et jusqu'à ce jour très-obscurs seront reconnus par la suite dépendre des mêmes causes et suivre les mêmes lois; et qu'ainsi la simplicité des principes de la science devra croître à chaque pas que l'on fera vers la connaissance de la nature.

II. *Détails historiques.*

Comme je ne connais aucun ouvrage dans lequel on trouve des renseignemens complets et exacts sur l'origine et les progrès de la science électro-chimique, et que l'on a publié dans les pays étrangers et reproduit dans celui-ci plusieurs détails très-erronés, je prendrai la liberté d'en faire à la Société un exposé historique

succinct. Depuis long-temps le journal dans lequel étaient consignées les découvertes nouvelles a cessé de paraître, et aujourd'hui il est à peine connu et peu consulté.

De même que plusieurs écrivains font remonter l'origine des sciences chimique et astronomique aux temps antidiluviens, de même il ne manque pas d'auteurs qui établissent celle de la science électro-chimique antérieurement à la découverte de la pile voltaïque ; Ritter et Winterl, entre autres, ont été cités (1) comme ayant imaginé ou prédit la relation qui existe entre les forces électriques et les affinités chimiques, long-temps avant l'époque de cette mémorable invention. Mais quiconque voudra lire avec attention le livre de Ritter ayant pour titre : *Evidence that the galvanic action exists in organized nature* (2), et les *Prolusiones ad chemiam sœculi decimi noni*, par Winterl, n'y trouvera rien qui puisse justifier cette opinion. L'ouvrage de Ritter contient quelques expériences originales très-ingénieuses sur la formation et les pouvoirs des circuits galvaniques; et celui de Winterl, quelques vues hardies, quoique dégagées de toute théorie (3), sur les causes primitives

---

(1) Œrsted, traduction de Marcel, 1813.

(2) Jena, 1800.

(3) Pour faire connaître la nature des *Prolusiones*, je rapporterai les titres de plusieurs chapitres de cet ouvrage ; *Prolusiones*, pag. 256 et suiv. :

256 *Adamas est Andronia.*

260 *Andronia cum plumbo creat barytam, cum ferro chalibem.*

des phénomènes chimiques. Au surplus, que ne peut découvrir l'imagination dans le langage obscur et métaphysique de ces deux écrivains. Parmi les aperçus ingénieux, quoique bizarres, et les expériences souvent inexactes de Ritter, il y a un certain nombre d'idées que l'on peut regarder comme s'appliquant plutôt à l'électro-magnétisme qu'à la science électro-chimique; et la merveilleuse *Andronia* de Winterl peut aussi-bien être considérée comme le type de toutes les substances chimiques qui ont été découvertes depuis, que les idées sur les pouvoirs antagonistes acidifians et alcalifians peuvent passer pour une anticipation de la théorie électro-chimique. Les questions de Newton, à la fin de son Optique, renferment plus de vues grandes et spéculatives qu'il ne serait possible d'en trouver sur ce sujet dans aucun ouvrage moderne sur l'électricité (1); mais ce serait être injuste envers les expérimentateurs, qui, par l'application laborieuse des nouveaux instrumens, ont découvert des actions et des analogies nouvelles, que d'en faire honneur à une telle hypothèse que « toutes les attrac-

---

262 *Carbo est acidus cum atmosphæra basica.*
263 *Chromium non est nisi calx magnesii acida.*
— *Cuprum cum androniâ coalescit in molybdenum.*
268 *Scintilla electrica formatur à principiis conductorem primum et secundum animantibus ac inter se concurrentibus; est gravis, habet effectum electricitati contrarium.*

(1) *Voyez* les éloquentes observations de M. Chenevix sur la théorie de Winterl; *Annales de Chimie*, vol. L, p. 175.

tions, chimique (1), électrique, magnétique et gravitative doivent dépendre de la même cause » ; ou bien à d'autres expressions plus vagues encore, dans lesquelles différens mots sont appliqués aux mêmes idées, et au moyen desquelles on fait dépendre tous les phénomènes de la nature du système dynamique, ou de l'équilibre et de l'opposition de forces antagonistes.

La véritable origine de tout ce qui a été fait dans la science électro-chimique date de la découverte accidenelle de la décomposition de l'eau par la pile voltaïque,

---

(1) Dans le *Système universel* de M. Azaïs, non-seulement tous les phénomènes de la nature sont rapportés à une cause unique, mais encore on applique des raisonnemens spécifiques à chaque mode d'opération. Cet ouvrage, publié en 1810, contient de nombreux raisonnemens sur l'identité du magnétisme et de l'électricité, et l'on tâche d'y expliquer de quelle manière les deux fluides électriques produisent les phénomènes magnétiques, pag. 239, vol. 1. « Ainsi ces deux ordres de phénomènes sont très-ressemblans. Répétons que toutes leurs différences résultent uniquement de ce que les deux fluides sont moins intenses lorsqu'ils produisent les phénomènes du magnétisme que lorsqu'ils produisent les phénomènes du galvanisme, etc. » Il suffirait donc du principe que nous venons de critiquer pour attribuer à cet auteur les découvertes de OErstedt et les spéculations de M. Ampère. M. Azaïs, dans ses *Fluides mineur et majeur*, trouve toutes es causes des propriétés acides et alcalines des corps, les combinaisons lentes, la chaleur développée et tous les phénomènes des changemens chimiques ; et ses raisonnemens sont souvent très-ingénieux.

due à MM. Nicholson et Carlisle le 30 avril 1800 (1). Ces physiciens ajoutèrent immédiatement à ce résultat important la connaissance de la décomposition de certaines solutions métalliques avec la circonstance remarquable de la séparation de l'alcali aux faces négatives de la pile. M. Cruickshank, en poursuivant leurs expériences, obtint plusieurs résultats d'un grand intérêt, tels que la décomposition, par la pile, des muriates de magnésie, de soude et d'ammoniaque, et celui que l'alcali se montrait toujours au pôle négatif et l'acide au pôle positif (2). Vers cette même époque, le Dr Henry, après quelques tentatives infructueuses pour décomposer une dissolution de potasse par la pile, confirma les conclusions générales de MM. Nicholson, Carlisle et Cruickshank. Ce fut au mois de septembre de cette même année que je publiai, dans le journal de Nicholson, mon premier Mémoire sur l'électricité galvanique, qui fut bientôt suivi de six autres (3), dont le dernier parut en janvier 1801. Je fis voir voir dans ce travail que l'oxigène et l'hydrogène étaient dégagés de portions d'eau différentes, malgré l'intervention de substances végétales et même animales ; et imaginant que toutes les décompositions étaient dues à la polarité (4), j'électrisai différens composés aux différentes extrémités, et je trouvai que le soufre et les substances métalliques apparaissaient constamment vers le pôle

(1) Nicholson's Journal, vol. xlii, p. 183.

(2) Nicholson's Journal, vol. iv, p. 190.

(3) *Ibid*, pag. 275, 326, 337, 394, 380.

(4) *Journal of Royal Institution*, 1802, *first series*.

négatif, et l'oxigène et l'azote vers le pôle positif, quoique les corps qui leur donnaient naissance fussent séparés l'un de l'autre. J'établis encore, dans cette même suite de Mémoires, la connexion intime existante entre les effets électriques et les changemens chimiques qui ont lieu dans la pile, et j'en conclus la dépendance où ils étaient l'un de l'autre. En 1802, je démontrai que les arrangemens galvaniques peuvent être formés d'un seul métal ou de charbon et de différens liquides, principalement les acides et les alcalis, et que le côté ou le pôle de la substance conductrice en contact avec l'alcali était positif, tandis que celui communiquant avec l'acide, était négatif. Je fis encore connaître, la même année, que lorsque l'on électrise deux portions d'eau différentes, mises en communication par une vessie humide ou de la fibre musculaire, il se manifeste de l'acide nitro-muriatique au pôle positif, et de l'alcali fixe au pôle négatif. Cette même année enfin, M. Wollaston mit hors de doute, par quelques expériences décisives, l'identité de l'électricité et du galvanisme; opinion que Volta avait toujours soutenue.

En 1804, MM. Hisinger et Berzelius établirent que les dissolutions salines neutres étaient décomposées par l'électricité, et que l'acide se séparait au pôle positif et l'alcali au pôle négatif; ils avancèrent que l'on pouvait décomposer de cette manière le muriate de chaux, et tirèrent cette conclusion que l'hydrogène naissant n'était pas, ainsi qu'on l'avait pensé généralement, la cause de la réduction des métaux dans les dissolutions métalliques. Ces belles observations auraient expliqué

clairement la cause de l'apparition des acides et des alcalis aux extrémités opposées de la pile ; mais l'intéressant Mémoire où elles étaient consignées ne fut jamais traduit en Angleterre et on n'y fit même aucune attention ; une de leurs observations se trouvait contredite par un physicien habile, généralement très-bon observateur, M. Cruickshank, qui n'avait pu parvenir à décomposer le muriate de chaux dans le circuit galvanique.

En 1805, on fit, tant en Italie qu'en Angleterre, des essais très-variés sur la production de l'acide muriatique et de l'alcali fixe au moyen de l'eau pure. Ce fait, avancé par MM. Pacchiani et Peele, fut nié par le Dr Wollaston, M. Biot et la Société galvanique de Paris (1). M. Sylvestre, qui faisait ses expériences avec quelque soin, établit que lorsqu'on électrise deux portions sépa-

---

(1) C'est à tort que plusieurs auteurs ont rapporté l'origine de ces recherches aux observations de MM. Hisinger et Berzelius (*Annales de Chimie*, vol. LI, p. 167), qui ne furent jamais citées par aucun de ceux qui écrivirent alors sur la prétendue production de l'acide muriatique et d'un alcali ; je n'en eus moi-même connaissance que long-temps après que mes expériences fondamentales furent terminées : voulant en présenter un exposé, je recherchai dans la série des publications périodiques tout ce qui avait été écrit sur cette question, et je crois être le premier qui ait attiré l'attention du public sur l'importance de ces observations. Quiconque voudra prendre la peine de jeter les yeux sur la lecture bakérienne de 1808, demeurera convaincu que le développement progressif du sujet date des recherches concernant la formation de l'acide muriatique et de l'alcali fixe.

rées d'eau pure et à l'abri du contact de toute substance contenant une matière acide ou alcaline, il se produit néanmoins un acide ou un alcali; de sorte qu'à cette époque la question, si ces substances étaient dégagées de leurs combinaisons, ou si elles étaient formées de leurs élémens au moyen de l'électricité, pouvait être regardée comme non encore résolue; circonstance qui ne doit pas beaucoup surprendre si l'on considère la nouveauté et la nature tout-à-fait extraordinaire des phénomènes galvaniques.

Ce fut au commencement de 1806 que j'entrepris la solution de cette question, et au bout de plusieurs mois de travail, je présentai à la Société la dissertation dont j'ai déjà parlé au commencement de ce Mémoire. Ayant reconnu que les substances acides et alcalines, lors même qu'elles existent dans les combinaisons les plus solides ou dans des proportions très-petites dans les corps les plus durs, en sont éliminées par l'électricité voltaïque, je posai en principe qu'elles sont toujours le résultat d'une décomposition et non pas d'une génération ou formation nouvelle; et me rappelant mes expériences de 1800, 1801, 1802, et un grand nombre de faits nouveaux qui prouvaient que les substances inflammables et l'oxigène, les alcalis et les acides, les métaux oxidables et les métaux nobles, étaient dans des états électriques opposés, j'en tirai cette conclusion que *les combinaisons et les décompositions électriques devaient être attribuées aux lois des attractions et répulsions électriques*, et j'avancai l'hypothèse « *que les attractions chimiques et électriques étaient produites par une même cause agissant dans un cas sur les molécules*,

et dans l'autre sur les masses, » *et que la même propriété modifiée de différentes manières, était la cause des phénomènes présentés par les diverses combinaisons voltaïques.*

Persuadé que nos systèmes philosophiques sont extrêmement imparfaits, je n'ai jamais attaché beaucoup d'importance à cette hypothèse ; mais ne l'ayant imaginée qu'après un grand nombre de faits ; en ayant fait immédiatement l'application avec avantage à beaucoup de résultats pratiques, et pouvant tout aussi justement m'en attribuer la découverte que celle de la décomposition des alcalis, l'ayant en outre développée dans un ouvrage élémentaire autant que l'état présent de la chimie semblait le permettre, je n'ai jamais critiqué ou examiné la manière dont plusieurs auteurs l'ont adoptée ou développée, content de la voir devenir entre les mains des autres un instrument de découvertes, ou faciliter les classifications de la chimie ou de la minéralogie. Après cet exposé, que je crois très-fidèle, je n'entrerai point dans l'examen polémique des ouvrages qui, par les faits inexacts qu'ils contiennent, m'ont engagé dans cette discussion, et qui attribuent l'origine de la science électro-chimique à l'Allemagne, à la Suède et à la France, plutôt qu'à l'Italie et à l'Angleterre ; faisant honneur de plusieurs points importans que je développai le premier, à des philosophes qui n'ont jamais pu avoir des prétentions de cette espèce, puisque leurs écrits sur ce sujet sont de plusieurs années postérieurs à 1806.

III. *Moyens employés pour découvrir les états électriques des corps et définition des termes.*

Afin de faciliter l'intelligence des sections suivantes, je dirai quelques mots de la méthode qui a servi à déterminer les différentes conditions de l'action électrique, et j'indiquerai dans quel sens j'ai fait usage des termes employés dans la science électro-chimique.

Pour déterminer la nature de l'action électrique dans ce que l'on peut appeler le *circuit fermé*, ou les combinaisons dans lesquelles, d'après le langage usité sur le Continent, il existe des courans électriques, j'ai fait usage d'instrumens construits sur les mêmes principes que le galvanomètre du professeur Cumming, ou le multiplicateur du professeur Schweigger. Un fil d'argent d'environ $\frac{1}{70}$ de pouce de diamètre, recouvert de soie, fut enroulé autour d'un petit châssis de bois de manière à remplir une rainure profonde; les deux fils extrêmes étaient parallèles, et les circonvolutions autant que possible dans la même verticale : un petit tube contenant un filament de soie auquel était suspendue une petite aiguille magnétique passait par le centre des circonvolutions du fil métallique. L'aiguille, lorsque l'appareil était convenablement disposé, restait immobile, son pôle nord fixé entre les deux extrémités du fil métallique. Cet instrument, dans lequel le fil faisait 60 circonvolutions, fut jugé suffisamment délicat pour le plus grand nombre des expériences; dans quelques cas néanmoins où il s'agissait d'apprécier des électricités très-faibles, je fis usage d'un autre appareil dans lequel un fil de la même nature que le précédent était

fixé, en cercles concentriques, autour de deux portions de tube de verre, de telle sorte que les rayons partant du cercle intérieur auraient traversé tous les autres fils. On augmenta encore la mobilité du système au moyen de deux aiguilles extérieures disposées l'une au-dessus, l'autre au-dessous de l'aiguille centrale, et ayant leurs pôles dans une même direction, mais contraire à celle de l'aiguille centrale. Celle-ci était en outre aimantée de manière que sa puissance directrice se trouvait neutralisée par celle des deux aiguilles auxiliaires (1).

Pour mieux faire connaître la manière d'agir de ces appareils, je dirai que lorsque l'extrémité inférieure du fil multiplicateur, qui était placée à gauche ou à l'est du pôle-nord, était mise en contact avec une pièce de zinc, et l'extrémité supérieure avec une pièce de platine, l'une et l'autre plongées dans l'eau ordinaire, l'aiguille centrale tournait son pôle-sud vers l'est ou à la gauche, en faisant avec sa direction primitive un angle de huit ou dix degrés; ce qui peut être considéré comme indiquant que le courant électrique se portait du platine vers le zinc à travers le fil conducteur, et que la surface de la pièce de zinc dans le liquide était positive par rapport à la surface du platine opposée. En employant ici les termes positif et négatif, j'entends ne les appliquer seulement qu'aux surfaces métalliques en contact avec le fluide.

Pour déterminer de petites quantités d'électricité de

(1) Cette disposition ne diffère de celle indiquée par M. Nobile qu'en ce qu'elle double l'effet.

charge, ou, comme on les appelle quelquefois, de tension, j'ai employé le condensateur de Volta réuni avec l'électromètre de Bennet, et, dans plusieurs occasions, avec un électromètre construit sur les principes de Behrens. Il consiste en une feuille d'or isolée, ou, ce qui vaut mieux, en un filament de soie rendu conducteur au moyen du charbon réduit en poudre impalpable : on le place, pour recevoir la charge, entre les pôles d'une pile sèche formée de 400 rondelles de feuilles d'argent et d'or d'un tiers de pouce de diamètre, ou de 50 d'argent et de zinc de même dimension, avec des disques de papier intermédiaires. On reconnaît la nature de l'électricité à la tendance que la feuille d'or ou le filament de soie affectent pour le pôle positif ou négatif; et comme dans les cas d'action électro-chimique il y a toujours deux états opposés correspondans, je regardai la partie du système qui touchait le conducteur comme se trouvant dans le même état électrique que celui indiqué par la feuille métallique. Néanmoins je n'ai jamais eu beaucoup de confiance dans les indications de cet instrument, à moins qu'elles n'eussent été confirmées par d'autres résultats; j'ai eu plusieurs fois l'occasion de reconnaître qu'elles étaient très-incertaines et fortement influencées par l'état du conducteur et celui de l'atmosphère.

IV. *Des Effets électriques et chimiques que présentent les combinaisons contenant un seul métal avec un liquide.*

Je ne connais aucune classe de phénomènes qui soit plus propre à donner une idée juste de la nature de

l'action électro-chimique, que celle qui nous est offerte par les métaux seuls avec les liquides ; ces résultats étant, à une ou deux exceptions près, entièrement nouveaux, je les décrirai avec quelques détails. Lorsqu'on introduit en même temps dans une même dissolution d'hydro-sulfure de potasse deux morceaux identiques de cuivre poli communiquant avec les fils de platine du multiplicateur, il ne se manifeste aucune action ; mais si l'introduction a lieu successivement, le phénomène est très-distinct ; souvent même, si l'intervalle de temps a été considérable, l'effet électrique produit est très-violent, la pièce de métal plongée la première devient négative et l'autre positive.

Ce résultat est dû à la production d'une combinaison nouvelle qui est négative par rapport au métal ; car, après la formation du sulfure de cuivre, la pièce de métal qui a été plongée la première dans la dissolution, présente encore le même état négatif par rapport au cuivre poli, soit qu'on l'introduise dans des dissolutions salines, ou dans un menstru acide ou alcalin. Par conséquent l'effet électrique ne doit pas dépendre d'une condition aussi simple qu'elle le paraît d'abord, et on doit le rapporter en effet aux arrangemens contenant deux substances métalliques distinctes et un liquide.

Le sulfure gris de cuivre, dans les dissolutions d'hydro-sulfure, est négatif relativement au cuivre pur bien décapé, et la couche superficielle qui le recouvre paraît être, par rapport à ce métal, dans un état électrique semblable.

Le cuivre à l'état de protoxide est négatif non-seulement par rapport au cuivre métallique, mais encore

avec son sulfure ; ce qui rend compte de plusieurs effets singuliers et en apparence anomales de l'action de l'hydro-sulfure sur le cuivre. J'ai souvent trouvé que l'ordre que je viens d'établir, savoir, que le cuivre métallique est positif vis-à-vis du cuivre plongé pendant quelques secondes dans une solution d'hydro-sulfure, se renverse tout-à-coup d'une manière très-capricieuse : en en recherchant la cause, j'ai reconnu que, dans ces cas, le cuivre était toujours terni. Lorsqu'on chauffe un morceau de cuivre poli assez fortement pour produire une couche mince d'oxide en quelques endroits de sa surface, il devient fortement négatif par rapport au cuivre plongé dans la dissolution d'hydro-sulfure : l'action des acides donne aussi lieu au même effet.

Quelques circonstances singulières, liées avec l'action chimique violente du cuivre sur les dissolutions d'hydro-sulfure, sont dignes d'être décrites. Lorsqu'un morceau de cuivre en communication avec l'un des fils du multiplicateur est resté pendant quelques minutes dans une solution concentrée d'hydro-sulfure de potasse, et qu'on vient à y introduire un second morceau de cuivre poli communiquant avec l'autre fil, celui-ci acquiert souvent momentanément une charge négative très-intense qui fait faire une révolution entière à l'aiguille aimantée ; elle oscille alors pendant quelques instans, se retourne presqu'immédiatement et reprend la direction qui indique que la plaque immergée la première est négative. Cet effet continue pendant plusieurs minutes, puis il s'affaiblit ; les deux côtés reprennent l'état d'équilibre, et la première plaque redevient positive par rapport à l'autre. Le premier de ces effets pa-

raît être dû à la décharge, opérée par le cuivre poli, de l'électricité négative accumulée par le contact de la plaque plongée la première, avant que les états relatifs produits par le contact métallique et les courans réguliers se soient établis. Le second effet peut être attribué à la séparation de la petite couche de sulfure qui met alors à nu une nouvelle surface, et cette dernière action est sans doute occasionnée par l'oxidation du côté positif de la plaque.

Peu d'actions électriques sont plus énergiques que celles développées par l'action des hydro-sulfures sur le cuivre dans ces différentes circonstances. J'ai en effet construit une batterie voltaïque capable de décomposer l'eau, au moyen de six combinaisons consistant simplement en plusieurs morceaux de cuivre très-minces, dont la moitié avait été trempée dans la dissolution une minute environ avant l'autre moitié; la surface oxidante était ordinairement du côté du cuivre poli, ou de celui qui avait été plongé le dernier.

Avec le plomb et les alliages de plomb, d'étain et de fer, les phénomènes sont les mêmes; l'action électrique est seulement beaucoup plus faible; la surface métallique, immergée la première, devient négative, et ces effets s'expliquent précisément comme ceux du cuivre avec les hydro-sulfures.

Le zinc, le platine et les métaux qui n'exercent point d'action chimique sur les dissolutions d'hydro-sulfures, ne présentent aucun phénomène de cette espèce; l'argent et le palladium, qui agissent puissamment sur ces liquides, produisent des effets très-marqués; mais les composés qu'ils forment étant positifs par rapport aux

métaux purs, les phénomènes ont lieu dans un ordre inverse de ceux que nous offrent les métaux plus oxidables; la surface, plongée la première dans le liquide, devient positive, et elle conserve cet état dans les dissolutions alcalines, acides et salines, en présentant quelques particularités qui dépendent du changement de surface, et sur lesquelles je reviendrai tout-à-l'heure.

La production des courans électriques, à l'aide d'un seul métal et d'un seul fluide, quoique plus distincte dans les exemples que je viens de citer, se présente néanmoins toutes les fois qu'il se forme, dans l'action chimique, de nouvelles substances capables d'adhérer aux métaux. Ainsi, dans des dissolutions acides d'une certaine force, des morceaux du même zinc, étain, fer et cuivre, donnent lieu à des phénomènes semblables; la surface métallique plongée la première dans l'acide, étant ternie ou recouverte d'une légère couche d'oxide, devient négative par rapport au métal introduit subséquemment, et cette relation se maintient dans les dissolutions salines ou alcalines. Cet effet se manifeste encore lorsque par la chaleur on détermine la formation d'une couche d'oxide sur la surface, ou même quand on l'y applique artificiellement; la surface oxidée est alors négative.

Le zinc qui se dissout dans une dissolution de potasse très-concentrée présente encore les mêmes phénomènes dans cette liqueur; le métal terni, ou la surface introduite d'abord, est négative relativement à l'autre. L'étain pareillement dissous dans la potasse, et abandonné dans la dissolution assez long-temps pour être ter-

ni, est fortement négatif comparativement à l'étain poli.

Les métaux nobles eux-mêmes obéissent à ces lois. L'argent, terni par l'action de l'acide nitrique et plongé dans l'acide étendu, est négatif par rapport à l'argent poli; l'or et le platine, attaqués par l'eau régale, sont négatifs dans cet acide comparativement aux mêmes métaux qui n'ont pas été exposés à son action.

La connexion intime qui se manifeste dans tous ces cas entre les phénomènes électriques et chimiques devient encore plus remarquable lorsque l'on considère la nature des changemens qui ont lieu dans les circuits de cette espèce.

L'oxigène, que l'on peut regarder comme négatif vis-à-vis de tous les métaux, et le soufre qui est négatif vis-à-vis de tous ceux oxidables, produisent, par leur union avec des métaux respectivement positifs pour eux, des composés négatifs. Dans ces changemens chimiques, les résultats sont tels qu'ils doivent à la fin rétablir l'équilibre, l'hydrogène ou l'hydrogène sulfuré passant au pôle négatif et l'oxigène au pôle positif; de sorte que les oxides sont réduits, et que l'équilibre est non-seulement rétabli, mais que souvent les pôles sont changés. Ainsi l'étain qui a été terni dans un acide reste pendant quelque temps négatif dans une solution alcaline; mais il abandonne graduellement cet état à mesure que l'oxide se trouve réduit par l'hydrogène dégagé; et l'autre surface, qui est à son tour ternie par l'action de l'alcali, acquiert l'électricité négative, tandis que la surface opposée devient positive.

V. *Des Arrangemens électriques formés de deux conducteurs imparfaits et d'un bon conducteur, ou de deux liquides et d'un métal ou le charbon.*

Pour bien comprendre le mode d'action dans cette espèce de combinaison électrique, il est nécessaire de considérer la nature des corps conducteurs imparfaits, l'eau et les dissolutions salines. On peut regarder ces substances comme ayant avec les électricités d'une intensité très-faible les mêmes relations que celles qui existent entre les fluides élastiques et les électricités du verre, de la cire à cacheter et de la machine ordinaire. Elles communiquent les polarités électriques des métaux, mais elles ne paraissent pas susceptibles de les recevoir elles-mêmes ou du moins de les conserver; et lorsque dans ces corps l'équilibre électrique est rompu, il semble se rétablir très-promptement par un nouvel arrangement ou une attraction certaine de leurs élémens. Si, par exemple, on fait communiquer les deux pôles positif et négatif d'une puissante batterie voltaïque avec les extrémités d'un vase rempli d'une dissolution de muriate de chaux, et que l'on place dans le circuit différens fils de platine, chacun d'eux manifestera un pôle positif et un pôle négatif, quoiqu'il n'y ait aucun partage semblable du fluide. Si l'on retire les deux fils polaires, les apparences électriques disparaissent sur-le-champ, et d'autres fils métalliques non communiquans avec la batterie, que l'on met à leur place, ne présentent aucun signe d'électricité. D'ailleurs, dans tous les cas de cette espèce, les dégagemens bien connus de chlore, d'oxigène et d'acide,

ont lieu au pôle positif, tandis que l'hydrogène, la matière alcaline, etc., se portent vers le pôle négatif.

Lorsque les substances acides et alcalines sont parfaitement sèches et non conductrices, elles deviennent, par leur contact, négatives et positives, comme je l'ai fait voir pour l'acide oxalique et la chaux; mais cet effet est analogue à celui du verre et de la soie, et le résultat est une électricité commune de tension. Quand les acides et les alcalis se combinent, leur union paraissant être le résultat des mêmes forces attractives agissant sur les particules qui déterminent leurs relations électriques comme masses, il ne se manifeste aucun signe électro-moteur; et quand ces phénomènes se présentent dans des combinaisons où il y a union d'acides et d'alcalis, ils sont toujours dus au contact du métal avec la substance acide ou alcaline, au changement de température, à l'évaporation, etc., et jamais à la combinaison propre de l'acide et de l'alcali.

Comme un écrivain dont l'autorité est d'un grand poids (1), a récemment émis sur ce sujet une opinion différente, je vais donner à l'appui de mon ancienne manière de voir des preuves qui me paraissent de la nature la plus convainquante.

Ayant placé une dissolution de nitre, substance neutre au contact des métaux nobles, dans une capsule de verre contenant une lame de platine communiquant avec le multiplicateur, je remplis d'acide nitrique concentré une autre capsule contenant également du pla-

(1) M. Becquerel.

tine communiquant au second fil du multiplicateur, et j'établis le circuit au moyen d'un morceau d'asbeste imbibé de nitre; au moment du contact l'aiguille indiqua une action électrique négative très-intense du côté de la plaque plongée dans l'acide, et la déviation resta fixe à environ 60°.

Je changeai la disposition de cet appareil en substituant à l'acide nitrique une forte dissolution de potasse; rétablissant alors les communications comme précédemment, la déviation de l'aiguille fut un peu plus faible, d'environ 10°, et le platine, dans la dissolution alcaline, s'électrisa positivement.

Je mis enfin en contact l'acide nitrique avec la dissolution de potasse au moyen d'un morceau d'asbeste trempé dans une solution concentrée de nitre, et la déviation de l'aiguille fut d'environ 65°. Dans cette expérience, les liquides n'exerçaient aucune action chimique l'un sur l'autre, car ils n'avaient aucune tendance à se mêler rapidement avec la dissolution de nitre qui, d'une pesanteur spécifique moindre que celles de l'un ou l'autre de ces liquides, restait dans l'asbeste, et il n'y eut d'autre effet produit que celui du contact métallique du platine avec un acide et un alcali.

Je substituai ensuite à l'asbeste humide un nouveau morceau d'asbeste de la même dimension, mais sec, de sorte que l'acide et l'alcali se combinaient par l'action capillaire en dégageant de la chaleur; la déviation observée fut d'abord moindre que dans le premier cas, mais à mesure que la combinaison devint plus complète, l'aiguille se rapprocha du même point et finit par s'y fixer; preuve évidente qu'il n'y avait aucune élec-

tricité développée par la combinaison au-delà de celle due à la communication indirecte de l'acide et de l'alcali.

Après avoir éprouvé les effets du contact d'un liquide acide sur le platine à l'aide de la solution de nitre, et ayant reconnu que parmi les acides puissans l'acide oxalique était celui qui occasionnait la plus faible déviation, ou le moindre effet négatif, je disposai cet acide avec une dissolution de potasse, de la même manière que javais disposé l'acide nitrique dans l'expérience rapportée plus haut. Les actions réunies de l'acide et de l'alcali sur le platine produisirent seulement une déviation de 7 ou 8°. L'on pourrait soupçonner qu'il eût été facile de rendre plus distincte l'action électrique produite par la combinaison; mais il n'en est pas ainsi, et soit que la communication fût établie par une combinaison à travers l'asbeste sèche ou humide, l'effet se montra identiquement le même.

Je placai de nouveau les deux surfaces de platine en contact avec des dissolutions concentrées de nitre, et j'établis la communication entre elles par une solution de potasse et d'acide nitrique; il n'y eut aucune action électrique, quoique la combinaison chimique fût très-violente. Mais en mêlant les deux fluides de manière qu'une petite portion d'acide vînt toucher l'un des morceaux de platine et un peu d'alcali l'autre morceau, l'action électro-motrice commença immédiatement. En employant l'acide muriatique et la dissolution d'ammoniaque, qui, étant plus légers que les solutions salines, viennent bientôt en contact avec le platine, le phénomène commence presque sur-le-champ, et continue à augmenter pendant quelque temps.

Enfin je disposai des disques de papier colorés avec le tournesol et avec le curcuma, et humectés avec une dissolution de nitre sur les deux surfaces du platine en communication avec le multiplicateur, et je les recouvris d'une couche d'argile à porcelaine, humectée de la même liqueur. Je disposai sur l'une des plaques un lit d'argile humecté avec l'acide muriatique, et sur l'autre un semblable lit humecté avec de l'ammoniaque, de manière à établir un contact dans lequel l'action pût se porter sur une large surface sans avoir de communication directe avec les métaux. Dans plusieurs expériences de ce genre il n'y eut aucun effet électro-moteur produit, et toutes les fois que l'on en observa l'apparence, on reconnut que l'acide ou l'alcali, ou l'un et l'autre, avaient traversé l'argile et étaient venus toucher le métal de manière à altérer sensiblement la couleur des papiers réactifs qui y avaient été placés en ces endroits pour constater l'exactitude de l'expérience.

Après avoir ainsi exposé ce qui me paraît décider nettement la question, je vais maintenant examiner la manière d'agir des métaux et des fluides dans les combinaisons contenant deux de ces dernières substances. Je fus d'abord surpris que le platine, qui n'éprouve aucun changement chimique par son contact avec l'acide nitrique, produisît une action si énergique avec cet acide; et soupçonnant que cet effet pouvait être dû à la présence de quelques petites portions d'acide muriatique ou de muriates, je pris les plus grandes précautions pour éloigner ces substances en lavant le platine avec de l'eau distillée, évitant de le toucher avec les doigts,

etc.; et néanmoins, après m'être bien assuré de la pureté parfaite du métal et de l'acide, le phénomène se reproduisit de la même manière. Un semblable raisonnement peut être appliqué aux dissolutions de potasse, de soude, etc., qui, n'altérant point chimiquement le platine par le contact, lui communiquent cependant une électricité positive par rapport au platine plongé dans l'eau ou dans les solutions salines. On peut se rappeler cependant que l'oxigène dans l'acide nitrique, et les métaux dans les alcalis, ont pour le platine des attractions fort décidées, et si l'on consulte l'échelle des corps électro-négatifs, les solutions de chlore ou d'acide nitro-muriatique produisent sur le platine un effet électrique plus puissant que l'acide nitrique, celui-ci plus que l'acide muriatique, et ce dernier plus encore que l'acide sulfurique.

Lorsque le platine est mis en contact avec un acide, le pôle qui touche à l'acide est négatif, tandis que le pôle opposé est positif, ainsi que je l'ai trouvé à l'aide de l'électromètre condensateur; le contraire a lieu dans le cas où il touche un alcali; de sorte que le mouvement de l'électricité a lieu du métal vers l'alcali, et de l'acide vers le métal.

Le rhodium, l'iridium et l'or se comportent comme le platine dans les combinaisons consistant en un acide et un alcali, et sur lesquelles ils n'ont aucune action chimique; la surface du métal devient positive dans la solution alcaline et négative dans la dissolution acide. Avec l'argent et le palladium, l'électricité développée est plus forte, principalement lorsqu'on emploie l'acide nitrique; avec le charbon et les métaux oxidables, le

résultat est le même. L'action est en général augmentée en proportion que les attractions chimiques sont plus fortes, pourvu toutefois qu'il n'y ait aucune circonstance contraire. Dans les combinaisons de cette espèce, l'acide nitro-muriatique est plus énergique que l'acide nitrique, et après lui, les différens corps sont rangés dans l'ordre suivant : les acides nitrique, nitreux, sulfurique, phosphorique; les acides végétaux, l'acide sulfureux, l'acide prussique, l'hydrogène sulfuré, la potasse, la soude, la baryte, l'ammoniaque, et ainsi de suite.

Il est toujours entendu que l'on fait usage de solutions acides ou alcalines concentrées; car, dans les cas où la quantité de matière acide ou alcaline est très-petite et que l'action chimique des métaux est puissante, les résultats suivent quelquefois un ordre différent. Ainsi le zinc et l'étain se ternissent immédiatement, même dans une faible solution de potasse, et, dans cet état, ils sont négatifs, par rapport aux mêmes métaux, dans des dissolutions étendues des acides muriatique ou sulfurique. Mais, dans des expériences de cette espèce, on déterminera aisément les véritables circonstances en changeant les pôles; la couche d'oxide formée indiquera le côté négatif, dans le cas où l'acide et l'alcali n'ont qu'une faible énergie.

Les solutions de sulfures agissent dans ces combinaisons comme un alcali simple, avec les modifications toutefois qui dépendent de la formation de nouveaux composés, suivant la loi exposée dans la section précédente. Dans les arrangemens dont les élémens sont un hydro-sulfure et un acide, le métal, dans la solution

de l'hydro-sulfure, est positif, et négatif dans l'acide ; mais avec les alcalis et les hydro-sulfures, le zinc et l'étain, le métal, dans la solution alcaline, est positif, et négatif dans celle de l'hydro-sulfure. L'argent et le palladium présentent ces faits dans un ordre inverse, et pour le cuivre il y a presque un équilibre ou un échange de forces qui est dû aux circonstances rapportées précédemment.

Lorsque, dans un arrangement électrique contenant un métal, de l'eau ou une dissolution saline sont dans l'une des capsules, et dans l'autre un acide ou un alcali, le résultat est ordinairement tel qu'on peut le prévoir d'avance. Le côté du métal dans l'alcali est positif, celui dans l'acide est négatif, et celui qui se trouve dans la dissolution neutro-saline est dans un état opposé. Il y a cependant quelques dissolutions salines neutres qui, lorsqu'elles contiennent de l'oxigène ou de l'air commun, agissent sur les métaux oxidables, et ont ainsi un pouvoir ou une énergie qui leur est propre ; ainsi le zinc, l'étain et le cuivre, dans une solution de sel commun, sont positifs par rapport aux mêmes métaux dans l'eau distillée ; et les surfaces de ces métaux dans l'acide muriatique faible sont positives relativement à ces surfaces dans l'eau ou les solutions salines. L'action électrique est ordinairement faible dans les combinaisons où les deux liquides acides ou alcalins sont deux solutions de même nature, l'une faible, l'autre concentrée. La surface dans l'alcali le plus concentré possède une électricité positive plus forte, et dans les acides, le résultat dépend ordinairement de la nature de la dissolution : si l'oxide se dépose à mesure qu'il se pro-

duit, l'acide concentré est négatif par rapport à l'acide étendu.

Les changemens produits dans les combinaisons de cette espèce s'observent mieux dans les cas où les métaux n'éprouvent aucune altération, par exemple, avec le platine, l'acide sulfurique étendu et la solution de potasse. Dans cet arrangement, l'hydrogène paraît bientôt à la surface du platine dans l'acide, et une très-petite quantité de gaz, qui est probablement de l'oxigène, se montre sur celle du platine en contact avec l'alcali. Les acides tendent d'ailleurs à se porter vers la surface négative et l'alcali vers celle positive, ainsi que cela est démontré par la neutralisation rapide des deux liquides, encore qu'ils soient séparés l'un de l'autre par l'asbeste humectée d'eau distillée.

VI. *Des Arrangemens consistant en deux conducteurs parfaits et un liquide.*

L'ordre dans lequel les corps métalliques développent l'électricité par le contact est intimement lié, ainsi que cela est bien connu, avec leur facilité d'oxidation relative (*oxidability*), les métaux les plus oxidables étant positifs par rapport à ceux qui sont au-dessous d'eux. Cette loi s'applique également aux bases des alcalis et des terres nouvellement découvertes; le potassium et le sodium, ainsi que je l'ai reconnu en les mettant en contact avec le zinc dans une solution alcaline concentrée, paraissent aussi positifs par rapport au zinc, que ce dernier l'est lui-même, comparé au platine et à l'or.

Ce n'est cependant à aucune propriété spécifique inhérente à sa nature que chaque métal doit son caractère électrique ; il dépend de son état particulier et de la forme d'aggrégation qui le dispose aux changemens chimiques. Ainsi l'amalgame de zinc est positif par rapport au zinc pur, l'amalgame d'étain est dans le même état vis-à-vis de son métal pur ; et les métaux des alcalis fixes, amalgamés avec le mercure, communiquent une force positive très-intense à une masse de mercure ayant plusieurs milliers de fois leur poids.

En général, l'électricité développée par le contact métallique, est d'une espèce plus intense que celle résultant du contact des métaux avec les fluides, de sorte que cette dernière n'est jamais capable de changer l'autre. C'est ainsi que le zinc, dans un acide, est positif par rapport à tous les autres métaux qui sont au-dessous de lui par leur degré d'*oxidabilité*, quoique ceux-ci soient placés dans des alcalis ou des solutions de sulfures. Il y a cependant quelques exceptions ; par exemple, l'étain, dans une forte solution de potasse, est positif par rapport au zinc dans une solution acide, et le fer, qui est positif relativement au cuivre dans toutes les dissolutions acides ou des sels neutres, devient négatif par rapport à lui dans une dissolution de sulfure ou d'alcali. Dans ces cas exceptionnels, l'action électro-motrice, développée par le contact des liquides, l'emporte sur celle produite par le contact des métaux.

Lorsqu'on connaît les diverses énergies des liquides acides et alcalins, il est aisé de les appliquer de manière à diminuer ou à augmenter les effets électriques développés par le contact métallique.

Si, par exemple, dans une combinaison contenant le zinc et le platine, on emploie deux liquides, et qu'on mette l'acide en contact avec le zinc et l'alcali avec le platine, l'effet sera très-faible, comparé à celui qui sera produit dans un ordre inverse lorsque le zinc touche l'alcali et le platine l'acide.

Les changemens chimiques qui ont lieu dans des combinaisons de cette espèce sont toujours ceux qui tendent à rétablir l'équilibre, l'hydrogène et le corps alcalin se portant constamment vers le métal négatif, et l'oxigène vers le positif.

Il n'y a aucun exemple d'action électro-motrice continue, excepté seulement dans les cas où il peut s'opérer des changemens chimiques ; car les piles mêmes de Deluc et de Zamboni n'agissent point quand elles sont parfaitement sèches, et l'on trouve toujours l'argent uniformément terni lorsque, dans les combinaisons de cette espèce, le métal négatif est l'or. Il suffit néanmoins d'une très-faible action chimique pour que les électricités de tension se manifestent, parce que la quantité d'électricité nécessaire pour déterminer la répulsion des corps légers est extrêmement petite ; mais pour former des élémens électro-magnétiques, il faut que les agens chimiques soient très-énergiques.

Comme la plupart des fluides qui agissent d'une manière puissante dans les combinaisons voltaïques contiennent de l'eau, ou de l'oxigène et de l'hydrogène, on a soupçonné que ces deux principes étaient essentiels à l'effet ; cependant il n'en est pas ainsi, car j'ai trouvé que le zinc et le platine formaient des circuits électriques énergiques dans la litharge et dans l'oxi-chlo-

rate de potasse en fusion, qui l'un et l'autre ne renferment pas d'eau ; et je doute peu que l'on ne produisît des effets semblables avec d'autres sels fondus, formés seulement d'un acide et d'un alcali.

Pour éclaircir davantage cette partie du sujet, qui peut paraître obscure, il sera peut-être utile de jeter un coup d'œil sur les changemens qui ont lieu dans une des combinaisons voltaïques les plus simples, celle formée de zinc, platine, et d'une dissolution de sulfate de soude. C'est un fait bien connu que le zinc et le platine s'électrisent par le contact, le zinc positivement et le platine négativement, et que les deux espèces d'électricité ont le plus d'intensité aux points où les surfaces sont en contact avec le liquide, qui est un conducteur trop imparfait pour leur permettre de se neutraliser ou de se détruire mutuellement. En conséquence elles exercent leurs forces attractives et répulsives sur les élémens du liquide ; l'acide et l'oxigène se portent sur la surface du zinc, qui par suite est dissous ; l'alcali et l'hydrogène se portent sur la surface du platine, d'où ce dernier gaz est dégagé, et l'équilibre, détruit par le contact des métaux, se trouve rétabli par les changemens chimiques ; de sorte qu'un courant d'électricité s'établit d'une manière constante, la force de l'élément devenant plus faible à mesure que la dissolution est décomposée, et que l'acide s'accumule sur la surface positive, et l'alcali sur celle négative.

Dans les cas où l'on emploie seulement des acides ou des dissolutions acides, la destruction de l'une ou des deux surfaces, accompagnée du transport de l'oxigène ou de l'hydrogène, semble produire le même effet ; et

le peu d'activité des circuits voltaïques simples, dans lesquels on emploie de l'eau pure ou des solutions salines privées d'air, paraît indiquer que la destruction de la surface du métal oxidable est une des conditions de la continuité de l'action électrique. Enfin l'interruption d'action des piles sèches de Zamboni et Deluc est toujours liée avec l'oxidation du métal imparfait qui est un de leurs élémens.

Ayant publié, il y a déjà plusieurs années, une table des relations électro-chimiques des métaux, qui a été copiée dans plusieurs ouvrages élémentaires, je crois qu'il ne sera pas hors de propos de la donner ici corrigée et amplifiée, et avec les différences dues à la nature du liquide. Le métal nommé le premier est positif par rapport à tous ceux qui viennent après lui.

Avec les acides ordinaires :

Le potassium et ses amalgames, le barium et ses amalgames, l'amalgame de zinc, le zinc, l'amalgame d'ammonium (?), le cadmium, l'étain, le fer, le bismuth, l'antimoine (?), le plomb, le cuivre, l'argent, le palladium, le tellure, l'or, le charbon, le platine, l'iridium, le rhodium.

Avec les solutions alcalines :

Les métaux des alcalis et leurs amalgames, le zinc, l'étain, le plomb, le cuivre, le fer, l'argent, le palladium, l'or, le platine, etc.

Avec les solutions d'hydro-sulfures :

Le zinc, l'étain, le cuivre, le fer, le bismuth, l'argent, le platine, le palladium, l'or, le charbon.

VII. *De l'Accumulation de l'électricité, et des changemens chimiques qu'elle produit dans les arrangemens voltaïques.*

D'après les idées admises par l'illustre inventeur de la pile, les métaux étaient regardés comme les seuls agens qui, en proportion de leur surface et de leur nombre, déterminaient la circulation constante d'une certaine quantité d'électricité à travers les liquides ou les fils conducteurs de la pile, et les changemens chimiques, qui se manifestaient dans ces liquides, étaient considérés comme des résultats qui n'avaient point une liaison nécessaire avec le courant. L'inactivité des combinaisons dans lesquelles il ne s'opère pas de changement chimique est déjà assez contraire à cette manière de voir; mais l'examen de quelques circonstances de construction des composés électro-moteurs établira mieux la comparaison entre cette hypothèse et celle que je me suis hasardé à adopter.

Si l'on met en contact avec le multiplicateur un morceau de zinc et un morceau de platine, l'un et l'autre plongés dans des verres remplis d'une dissolution de nitrate de potasse, et communiquant par de l'asbeste humectée de ce liquide, l'aiguille aimantée indiquera une action électrique; et l'effet sera encore augmenté si l'on établit la communication entre les deux vases par un arc composé de zinc et de platine, de telle sorte que l'ordre soit voltaïque, c'est-à-dire que le zinc soit opposé au platine dans l'arrangement original. Si maintenant on introduit un arc de zinc pur, l'effet sera moindre qu'avec l'arc double, mais supé-

rieur à celui produit avec l'asbeste. Le pôle du zinc, opposé au platine, sera oxidé, et l'hydrogène se dégagera au pôle opposé. Si l'on substitue au zinc des arcs formés de métaux différens, tels que l'étain, le fer, le cuivre, l'argent, le tellure, les phénomènes électriques diminueront avec l'oxidabilité du métal; avec le tellure, qui ne s'oxide point au pôle positif de la batterie voltaïque, ils cesseront complètement, et il en sera de même avec le rhodium, le palladium et le platine. Or, il est évident que ces effets ne sont dus à aucune circonstance dépendante du pouvoir conducteur; car le charbon, qui est un conducteur très-imparfait, agit comme le ferait un métal oxidable; et un fil de platine très-fin, terminé par un petit morceau de métal oxidable, agit plus efficacement lorsque ce dernier est opposé au pôle négatif, que lorsque tout le circuit est formé; mais l'effet cesse entièrement lorsque le métal oxidable est opposé au pôle positif.

Si le simple contact des métaux était nécessaire pour produire une action électro-motrice continue, les résultats précédens, dans lesquels une chaîne homogène est interposée entre les liquides, n'auraient pu avoir lieu; mais ils deviennent une conséquence nécessaire de la théorie électro-chimique, dans laquelle la destruction de la surface positive par l'agent chimique est regardée comme une condition indispensable; et le platine et le tellure se comportent comme le zinc quand leurs surfaces opposées au platine sont plongées dans l'acide nitro-muriatique étendu.

Si l'on emploie deux, trois ou quatre verres avec un pareil nombre d'arcs de platine et de zinc, et que l'on

fasse communiquer les métaux extrêmes avec les fils du multiplicateur, un morceau de platine que l'on substituera à l'un de ces arcs ne détruira pas complètement l'effet électro-moteur, mais il le diminuera comme si l'on avait enlevé l'un des arcs. Au nombre de deux ils agiront comme une seule combinaison, au nombre de trois comme deux arcs, et à celui de quatre comme trois; et en général, dans un arrangement voltaïque de 100 arcs, une seule pièce de platine substituée à l'un des arcs diminuera sa force de $\frac{1}{100}$.

En cherchant à défendre le cuivre de l'action de l'eau de mer par l'emploi du zinc dans un vase séparé, je reconnus que lorsque les deux vaisseaux étaient mis en communication par de l'étoupe humide ou par un fil (quelque délié qu'il fût) d'un métal oxidable quelconque, l'effet protecteur était complet; mais le cuivre, quoiqu'en contact immédiat avec le zinc, était toujours corrodé lorsque l'on faisait usage d'un fil de platine même assez épais. L'expérience ayant duré pendant plusieurs jours, je reconnus, au bout de ce temps, que la surface du platine opposée au cuivre était ternie, comme si le chlore contenu dans l'eau de mer avait eu une légère action sur elle; néanmoins cet effet était trop peu marqué pour avoir quelque rapport avec aucun degré sensible de polarité électrique du platine.

Ces résultats, joints à ceux mentionnés dans les pages précédentes, paraissent indiquer qu'il ne peut y avoir d'accumulation d'électricité dans les arrangemens voltaïques, à moins qu'il n'existe en même temps dans les élémens ou dans les circuits qui les composent, des conditions de changemens chimiques identiques ou

semblables ; et que quand les conditions sont différentes, la force développée dans les circuits seuls est ou détruite ou diminuée selon la nature de la force opposée ou le défaut de pouvoir conducteur des corps constituant le circuit. Par exemple, dans l'arrangement d'une plaque de zinc et une de platine, la force est doublée par une autre série de même espèce, détruite par un arc de platine et diminuée par un arc de zinc ; une seconde solution et un second arc de zinc la diminuent encore davantage ; par une troisième, elle est presque détruite ; et enfin elle l'est tout-à-fait par une quatrième.

Comme les changemens chimiques tendent toujours à rétablir l'équilibre électrique détruit par le contact des métaux l'un avec l'autre dans les fluides, il est évident que dans les cas où des arcs primitivement inactifs sont mis en contact avec ceux primitivement actifs, les changemens chimiques produits par les attractions électriques doivent tendre à faire naître dans les portions de l'arrangement, qui étaient sans action dans l'origine, une nouvelle combinaison qui leur donnera une force directement opposée à celle du circuit primitivement agissant ; de sorte que, lorsqu'on les sépare, leur effet, s'ils en produisent un, doit être justement inverse de l'autre. Ce résultat, que j'avais avancé par induction, s'est trouvé pleinement confirmé par l'expérience ; six racs de platine plongeant dans des vases remplis d'une dissolution de nitre furent mis en communication avec une batterie voltaïque de 50 paires de plaques ; chaque arc donna de l'oxigène et rassembla l'acide au pôle qui tenait la place du zinc, et produisit

de l'hydrogène et rassembla l'alcali vers le pôle remplaçant le métal noble. Lorsqu'on sépara les six arcs de la batterie, on reconnut qu'ils avaient chacun une action indépendante ; les pôles qui étaient négatifs étant devenus positifs, et ceux-ci négatifs ; de manière que la combinaison agissait comme un arrangement simple formé de l'acide, de l'alcali et du platine.

En employant des arcs de zinc, les résultats furent de même espèce, seulement les effets électriques furent plus distincts, parce que dans cette circonstance le zinc oxidé ajoute son pouvoir négatif à celui produit par le contact de l'acide.

Des essais semblables répétés avec six arcs d'étain, d'argent, de cuivre et d'autres métaux, et en faisant usage de différentes solutions salines, firent reconnaître que les effets électriques renversés étaient plus puissans avec les métaux les plus oxidables et avec les dissolutions les plus concentrées et les plus décomposables ; et que le plus faible arrangement de cette nature était celui des arcs de platine avec l'eau pure ; dans cet exemple même, l'eau avait acquis un léger degré d'alcalinité à un pôle et d'acidité au pôle opposé.

Ces expériences indiquant la nature des changemens chimiques qui ont lieu dans les arrangemens rendus actifs par leur communication avec les batteries voltaïques et l'influence des agens chimiques nouvellement développés, expliquent clairement le phénomène des piles secondaires observé par Ritter ; et en les combinant avec ce fait que les métaux ne sont pas des conducteurs *parfaits*, pour une électricité très-faible, ils offrent une solu-

tion simple et satisfaisante des circonstances remarquées par M. de Larive (1) dans les cas de l'interposition de différentes pièces métalliques dans les liquides qui font communiquer entr'eux les divers élémens voltaïques.

D'après la nature des changemens chimiques dans chaque circuit d'une batterie voltaïque ordinaire, il est évident que si l'on sépare de la masse totale une petite partie quelconque qui a été pendant quelque temps en activité, et qu'on la fasse agir comme une combinaison isolée, ses forces devront être moins énergiques que si elle avait été originairement une suite indépendante, puisque l'action électrique occasionnée par les agens chimiques qui s'y sont développés est telle qu'elle doit contrarier les effets produits par le contact des métaux. Tandis que si une petite série voltaïque est mise en communication avec une plus grande, en intervertissant son ordre et mettant les métaux oxidables à la place des métaux nobles, quoique par cette réunion la force de la combinaison soit beaucoup affaiblie, néanmoins, lorsqu'on vient à séparer cette petite série, elle peut agir avec plus de force, parce que les changemens chimiques opérés sont justement du genre qui convient pour augmenter la puissance primitive des métaux. J'ai vérifié cette conclusion (conséquence nécessaire de la théorie électro-chimique) par des expériences directes. Je mis en communication avec une batterie voltaïque de 50 paires une série de six arcs composés de zinc et cuivre et d'une solution de nitre ; au bout d'environ

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXVIII, p. 190.

dix minutes, je la retirai et la fis agir comme une simple batterie. Les énergies furent alors extrêmement faibles, et étaient certainement un tiers plus petites que celles d'une combinaison semblable qui (sans faire partie du circuit) avait été en action pendant le même temps. Je mis ensuite en communication avec la même batterie de 50 paires six arcs de cuivre et de zinc dans un ordre inverse, de manière que les six plaques de zinc dégageaient de l'hydrogène et attiraient l'alcali, et que celles de cuivre s'oxidaient et attiraient l'acide. Ayant retiré ce système au bout de quelques minutes et l'ayant fait agir seul, il se montra trois ou quatre fois plus énergique qu'il ne l'eût été sans la communication; le zinc avait acquis un état positif et le cuivre un état négatif, bien plus puissant qu'ils ne l'eussent indiqué avant d'avoir été soumis à des conditions opposées.

Tous ces faits reposent sur le même point et confirment les idées que j'ai émises sur la nature des combinaisons voltaïques dans la lecture bakérienne de 1806; dans toutes ces combinaisons, si la rupture de l'équilibre électrique est produite par le contact des métaux ou des liquides, il est toujours rétabli par les changemens chimiques, et la circulation, si l'on peut ainsi l'appeler, dépend de l'union de ces causes, la direction des courans étant toujours opposée dans les portions métalliques et liquides de l'arrangement, de manière à produire ce que l'on peut regarder comme un cercle électrique.

VIII. *Observations générales et applications-pratiques.*

Pour expliquer de quelle manière les différens agens chimiques, en combinaison et dans un état de neutralité parfaite, entrent tout-à-coup en activité lorsqu'ils sont soumis aux deux pôles électriques, il est nécessaire de remonter aux principes et de prendre en considération une action corpusculaire d'une espèce tout-à-fait nouvelle; et comme les agens principaux sont invisibles et probablement impondérables, on ne peut sur ce sujet donner aucune preuve directe et démonstrative, et il est permis par conséquent de lui appliquer différentes hypothèses. En admettant celle de deux fluides électriques éthérés, subtils et élastiques, dont les particules de même espèce se repoussent et attirent celles d'espèces opposées, ces deux fluides étant capables de se combiner en différentes proportions avec les corps, et de leur communiquer, suivant ces proportions, leurs qualités spécifiques, il serait alors naturel de rapporter l'action des pôles à la répulsion des substances combinées avec un excès de l'un des fluides, et à l'attraction de celles combinées avec un excès du fluide contraire; et l'on pourrait de cette manière donner une histoire des phénomènes dont la raison serait satisfaite; mais comme on peut pareillement considérer le sujet sous un point de vue tout-à-fait différent, d'après les pouvoirs attractifs primitifs d'un seul fluide subtil, je n'entrerai dans aucune discussion sur ce point obscur de la théorie, et je tâcherai d'aplanir, par quelques résultats d'expérience, la voie qui doit mener à son entier éclaircissement.

Ayant introduit dans une capsule de verre, de six pouces de diamètre, une petite quantité de dissolution de nitrate de potasse, je plaçai au fond du liquide plusieurs larges bandes de papier colorées avec le tournesol et le curcuma, et en contact avec deux feuilles de platine; de cette manière, la production électrique d'un acide ou d'un alcali, dans une portion quelconque du vase, devait être indiquée et reconnue sur-le-champ. Les deux pièces de platine étant mises alors en communication avec les pôles d'une batterie voltaïque, on reconnut que l'alcali se manifestait d'abord seulement à la surface immédiate du platine négatif, et l'acide pareillement à celle du platine positif; et qu'ensuite ils se mêlaient dans le liquide en faisant un cercle autour des conducteurs sans qu'il y eût d'ailleurs aucune apparence d'attraction ou de répulsion de la liqueur dans la ligne du circuit.

Cette expérience, variée de plusieurs manières, offrit constamment les mêmes résultats; les matières acides et alcalines n'étaient influencées dans leur direction que par des causes mécaniques telles que les courans déterminés par l'oxigène ou l'hydrogène dégagés, ou l'inclinaison du vase, et l'effet produit sur les papiers réactifs était le même que si l'on eût introduit à la place des deux pôles un morceau sphérique d'acide et un amalgame de potassium.

M. Herschel a prouvé, par quelques expériences ingénieuses, dans la dernière lecture bakérienne, qu'un amalgame de potassium, n'en contenant même qu'une portion infiniment petite, telle que la cent millième partie de son poids, est assez fortement attiré par le

pôle négatif de la pile pour produire un mouvement mécanique très-violent. Si l'on suppose que le fluide est divisé en deux zones directement opposées par leurs puissances aux pôles de la batterie, on peut considérer le changement virtuel comme ayant lieu dans les deux extrémités de ces zones les plus rapprochées du point neutre ; de sorte que, par une suite de décompositions et de recompositions, les substances alcalines et l'hydrogène se séparent d'un côté, et l'oxigène, soit pur, soit combiné, de l'autre.

Sous ce rapport, les deux électricités peuvent être considérées comme les véhicules (*transporters*) des matières pondérables qui manifestent leurs caractères particuliers au moment où ils arrivent à leur point de destination. L'expérience suivante, que je fis il y a plusieurs années, pourra faire comprendre plus facilement ce mode d'action singulier et mystérieux. Je remplis un vase de verre peu profond, de dix pouces environ de diamètre, avec de l'eau contenant $\frac{1}{2000}$ de son poids de sulfate de potasse, et je plaçai au fond, sans aucun ordre, 30 ou 40 petits globules de mercure de 10 à 100 grains chacun ; je mis alors les deux fils conducteurs de platine d'une batterie de 1000 plaques doubles, faiblement chargée, en communication avec les extrémités de l'eau, et passant au fond du vase. Dès que la communication électrique fut établie, tous les globules de mercure qui se trouvaient dans le courant ou près de lui entrèrent aussitôt en mouvement ; leurs pôles négatifs s'allongèrent et s'approchèrent, soit du pôle positif de la batterie, soit du pôle positif des globules de mercure contigus, et un courant d'oxide se dirigea

avec une grande rapidité du pôle positif vers le pôle négatif. Il ne se manifesta point d'hydrogène aux pôles négatifs des globules de mercure ; mais ayant arrêté l'action au bout de quelques minutes, on remarqua plusieurs petits globules nouveaux, dus, ainsi que les réactifs le démontrèrent, à la formation et à l'oxidation du potassium qui s'était uni avec le mercure, et qui, ainsi que cela est évident d'après les recherches de M. Herschel, avaient communiqué à la partie du globule dans lequel ils étaient combinés, une forte tension électro-positive qu'on y observait. En rétablissant la communication, cette même série de mouvemens violens se reproduisit, les extrémités allongées et négatives de chaque globule se portant vers les surfaces positives et éprouvant des oscillations continuelles. Mais en versant une petite quantité d'acide muriatique dans l'eau, de manière à l'aciduler légèrement, les phénomènes cessèrent à l'instant. Les masses de mercure reprirent leur forme sphérique, l'hydrogène se dégagea au pôle négatif, et tous les mouvemens furent suspendus. L'énergie de l'acide, dans ce cas, étant négative, peut être considérée comme neutralisant le pouvoir du potassium par son contact immédiat, et détruisant tous les phénomènes d'attraction du pôle positif.

Dans les expériences nombreuses que je fis en 1806 sur le transport des acides au pôle positif et des alcalis au pôle négatif, il se présenta quelques cas semblables dans lesquels les masses de matières acides ou alcalines, en exerçant leur énergie particulière, s'opposaient à p'accumulation des élémens antagonistes à leurs points le concours, de manière à détruire ou à affaiblir maté-

riellement leur force de transport. Par exemple, en essayant de faire passer la baryte du pôle positif au pôle négatif, le pôle négatif étant plongé dans l'acide sulfurique, ou l'acide étant au pôle positif, tandis que le négatif était plongé dans une solution de baryte, les réactifs se neutralisèrent et formèrent des précipités insolubles au point de réunion du liquide; la baryte ne parvint pas au pôle négatif et l'acide sulfurique au pôle positif.

Cet exemple se présentait encore avec l'acide muriatique et les sels d'argent. Lorsque, dans des expériences de cette nature, on employait des acides et des alcalis formant des composés solubles, il fallait un grand espace de temps, et en quelque sorte proportionnel aux masses, avant qu'aucune particule d'acide atteignît le pôle positif, ou d'alcali le pôle négatif, et le résultat ne cessait que long-temps après que la combinaison intermédiaire s'était formée; preuve de la continuité des phénomènes de décompositions et de recompositions, et marque certaine que les phénomènes électriques et chimiques sont du même ordre et produits par la même cause.

Dans la lecture bakérienne de 1806, je proposai les forces électriques, ou celles nécessaires pour désunir les élémens des corps, pour mesure de l'intensité de l'union chimique; l'usage du multiplicateur rendrait aujourd'hui cette évaluation très-facile; et une série de recherches *faites avec soin* sur la liaison de ce qu'on peut appeler le rapport entre les propriétés électrodynamiques des corps et leurs nombres proportionnels, sera le premier pas fait vers l'établissement

de la chimie sur la base fixe des sciences mathématiques.

Je pourrais me livrer encore à quelques considérations générales sur les relations purement scientifiques de ce sujet, et sur ses rapports avec les phénomènes thermo-électriques et ceux de cohésion; mais ayant déjà pris beaucoup de temps à la Société, je remettrai ce que j'ai à dire à une autre occasion, et je terminerai par quelques observations pratiques.

Un grand nombre d'expériences faites dans les différentes parties du monde ont prouvé, d'une manière incontestable, l'efficacité des moyens électro-chimiques pour préserver les métaux de l'oxidation, et particulièrement le doublage en cuivre des navires. L'espoir que j'avais conçu que l'état électrique préviendrait aussi l'adhésion des herbes marines ou des insectes, ne s'est pas réalisé. Quelques vaisseaux garnis de substances protectrices sont souvent revenus de voyages très-longs (1) dans un état parfait de conservation, et bien moins attaqués que ceux qui n'en avaient pas fait usage; mais cela n'a pas toujours eu lieu; et quoique la *totalité* du cuivre puisse être, par ces moyens, protégée de la dissolution chimique dans les bâtimens à vapeur, on ne doit cependant les adopter que dans des vaisseaux ordinaires seulement, de manière à en garantir une portion et permettre une certaine solution du cuivre (2);

---

(1) Le Carnebrea Castle.

(2) Une cause commune de l'adhésion des herbes ou des mollusques est l'oxide de fer qui se forme et se dépose autour des protecteurs. Dans le seul cas où l'on a employé le

de sorte qu'il faut chercher dans des moyens de protection plus efficaces, et qui paraissent indiqués par ces expériences, un remède absolu contre les adhésions.

Les cloux employés dans les vaisseaux sont un alliage de cuivre et d'étain, que j'ai trouvé légèrement négatif comparativement au cuivre, et c'est sur ces cloux que les adhésions ont uniformément lieu; on préviendrait sans doute cet effet en leur substituant un alliage légèrement positif et décomposable, et j'ai fait quelques expériences qui confirment cette idée.

En général, tous les changemens dans les métaux d'où résulte un pouvoir d'attraction chimique, peuvent être facilement déterminés par les moyens électriques; ainsi j'ai reconnu que le cuivre écarri au marteau était négatif par rapport au cuivre laminé (*rolled*); et que les échantillons contenant probablement un peu de charbon ou un peu d'oxide (*overpoled* et *underpoled*) étaient négatifs par rapport au cuivre pur. Un morceau de cuivre cassant, qui m'avait été remis par M. Vivian, et dans lequel on ne pouvait découvrir aucune trace d'impureté, était négatif comparativement au cuivre doux.

En général, il suffit d'une très-petite quantité des métaux oxidables pour rendre l'alliage positif, à moins

---

zinc pour cet objet dans le service courant, le doublage du vaisseau s'est trouvé parfaitement conservé après deux voyages aux Indes occidentales et un à Québec.

Cette expérience a été faite par M. Lawrence, de Lombard-Street : dans une lettre à ce sujet il ajoute que le gouvernail, qui n'avait point été armé de protecteurs, s'est trouvé corrodé comme à l'ordinaire.

qu'il ne devienne plus dur, auquel cas il est le plus souvent négatif; et, comme je l'ai mentionné ci-dessus, les amalgames des métaux oxidables sont ordinairement positifs non-seulement par rapport au mercure, mais encore par rapport aux métaux purs eux-mêmes.

Il y a sans doute très-peu d'opérations chimiques sur lesquelles les changemens électriques n'exercent leur influence, soit pour les augmenter, soit pour les modifier. Lorsque le fer se rouille, par exemple, l'oxide formé par le contact de l'humidité devient la surface négative, augmente l'oxidabilité de la masse de fer métallique, et par suite la rouille s'étend à l'entour.

La précipitation des métaux a depuis long-temps été rapportée à une cause de cette espèce, et plusieurs solutions métalliques doivent appartenir au même ordre de phénomènes.

J'ai indiqué dans les Mémoires précédens quelques exemples de conservation électro chimique qui, je n'en doute pas, seront généralement adoptés, quand le principe aura été bien compris, et il s'en présente journellement des applications nouvelles. — Telle est, par exemple, le cas de la conservation des bouilleurs des machines à vapeur par l'introduction d'un morceau de zinc ou d'étain. Cette application, dans le cas des bateaux à vapeur et particulièrement lorsqu'on y emploie l'eau de mer, peut être de la plus haute importance en écartant le danger des explosions qui sont généralement dues à l'usé d'une partie des bouilleurs.

On peut encore en faire une application d'un grand intérêt en empêchant ou diminuant l'effet de l'eau de

mer sur les palettes et sur les roues qu'elle dissout rapidement.

Je terminerai en ajoutant que toutes les fois qu'un principe ou une découverte comprend ou développe une loi de la nature, les applications sont presque inépuisables ; et, quelque abstrait qu'il puisse paraître au premier abord, il trouve tôt ou tard son emploi dans les besoins ordinaires des arts ou dans les usages de la vie commune.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 septembre 1826.

M. MOLARD, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur un nouveau métier à tisser les étoffes, inventé par M. Augustin Coront, manufacturier à Saint-Julien (Loire).

M. Ampère communique une expérience qui constate qu'un disque en mouvement exerce une certaine action sur un conducteur voltaïque.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *Exposition et explication des faits et des phénomènes de la monstruosité par excès.*

M. Audouin lit un Essai sur l'histoire des cantharides.

M. Villermé lit un Mémoire sur les causes principales de l'insalubrité et de la mortalité dans les prisons.

Séance du lundi 11 septembre.

M. Gambart adresse les Elémens paraboliques de la comète découverte le 15 août dernier; M. Ségalas annonce les résultats de ses recherches sur l'opération de la taille et sur la guérison des fistules. On dépose un Mémoire de M. Hildenbrandt sur les meilleurs moyens de conserver les préparations anatomiques et pathologiques.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire présente un monstre humain, chez lequel tous les viscères abdominaux sont sortis de leur cavité ordinaire. M. Mongez lit un Mémoire sur le Mûrier blanc; M. Bussy lit de nouvelles Recherches sur les corps gras; M. Leroy d'Etioles, enfin, donne lecture d'un Mémoire sur l'Asphyxie.

Dans cette même séance, M. Ampère a répété l'expérience dont il avait parlé le lundi 4 septembre. L'Académie a procédé ensuite à la nomination d'un associé étranger pour remplacer M. Piazzi. Au second tour de scrutin, M. Decandolle a obtenu 21 suffrages sur 41.

Séance du lundi 18 septembre.

Le Garde des Sceaux transmet une encre indélébile de la composition de M. Tarry; M. Buisson adresse un Traité manuscrit sur la Goutte; M. Ségalas communique diverses expériences concernant l'action de la noix vomique sur le système nerveux.

M. Magendie lit une Note sur deux nouvelles Espèces de gravelle. La séance est terminée par la lecture d'un Mémoire de M. Pastré sur la Cause de l'hybernation chez les animaux dormeurs.

Séance du lundi 25 septembre.

A l'ouverture de la séance, on a entendu un rapport de M. Duméril, concernant un Mémoire très-intéressant de M. F. Cuvier sur la Structure et le Développement des plumes, et le compte favorable que M. Dupin a rendu de la théorie du navire de M. le marquis de Poterat.

L'Académie a reçu une lettre de MM. Henschel de Berlin, qui prétendent avoir fabriqué un papier sur lequel il y aurait nécessairement des traces de l'enlèvement de l'écriture; un Mémoire de M. Téraube sur les Habitudes contraires à la santé, et diverses Préparations anatomiques de M. Ameline.

M. Lembert a lu un Mémoire sur la Méthode endermique.

Séance du lundi 2 octobre.

MM. Plana et Brunel sont nommés correspondans : le premier dans la Section de Géométrie; le second dans celle de Mécanique.

M. Cuvier fait un rapport concernant les mollusques et les zoophytes recueillis par MM. Quoy et Gaymard dans la baie d'Algéziras. M. Blainville, au nom d'une Commission, rend un compte très-favorable de l'ouvrage de M. Robinot Desvoidy sur les Insectes qu'il nomme *myodaires*. Un membre annonce que M. Dumas a découvert un chlorure d'iode doué d'un grand nombre de propriétés du brôme.

Séance du lundi 9 octobre.

Il est donné lecture de l'Ordonnance du Roi portant approbation de l'élection de M. Decandolle.

L'Académie reçoit un ouvrage manuscrit de M. Saintourens concernant le Défrichement et le Boisement des Landes incultes; la Description d'un instrument de trigonométrie inventé par William Bolles de New-York, et une lettre de M. Broussais, qui désire être présenté pour la place de professeur au Collége de France.

M. Mauroff, conseiller d'Etat actuel de S. M. l'Empereur de Russie, avait adressé une nouvelle Méthode pour déterminer l'orbite des comètes. Il résulte du rapport fait aujourd'hui par M. Damoiseau, que l'auteur s'est trompé dans ses calculs, et que la nouvelle méthode ne donnerait aucun résultat quelconque.

M. Delile lit ses Recherches sur la Nature et l'Organisation d'un nouveau genre de conferves, l'acetabularia, classé jusqu'ici parmi les zoophytes.

M. Lenormand lit un Mémoire relatif à une étoffe d'une nouvelle espèce, exécutée par des chenilles, et il dépose un échantillon de ce tissu qui lui a été envoyé par M. Brebenstreet, inventeur du procédé.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire communique une nouvelle suite à son grand travail sur les monstruosités.

M. Dumas lit un Mémoire sur quelques points de la théorie atomistique.

Séance du lundi 16 octobre.

L'Académie reçoit un paquet cacheté de M. Ségalas; un autre paquet de MM. Audouin et Milne Edwards;

une Lettre de M. de Montferrant, sur un coup de tonnerre qui a frappé un homme à Versailles; des Essais d'un nouveau genre de gravure par M. Paul Laurent.

M. Navier, au nom d'une Commission, rend un compte favorable d'un nouveau Système de barrage et de vannes proposé par M. Sartoris.

M. Ségalas communique de nouveaux moyens d'explorer le canal de l'urètre.

M. du Petit-Thouars présente l'examen de cette question : Que doit-on nommer organes dans les végétaux?

M. Moreau de Jonnès lit un Mémoire intitulé : *Recherches pour déterminer les caractères et les effets de la variolide, et pour découvrir l'origine de cette maladie.*

Séance du lundi 23 octobre.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à examiner comment on pourrait déterminer les proportions relatives de laine et de coton employées dans la fabrication de certains tissus.

M. Delestre désire qu'on reçoive en dépôt un paquet cacheté; MM. Gaultier-Claubry et Persoz adressent une demande analogue; M. Poncelet envoie son Cours de mécanique appliquée aux machines.

M. Cuvier rend un compte verbal très-favorable de l'ouvrage que MM. Bravard, Croiset et Jobert viennent de publier sur les ossemens fossiles du département du Puy-de-Dôme.

A la suite d'un rapport très-avantageux sur les travaux du Dr Deleau, une commission nommée *ad hoc* a proposé d'accorder à ce médecin une somme suffi-

sante pour qu'il puisse se livrer à l'instruction de plusieurs sourds et muets qu'il aurait opérés. Cette proposition a reçu l'approbation de l'Académie.

D'après les conclusions d'un rapport rédigé par M. Gay-Lussac, M. Paul Laurent sera invité à perfectionner encore les ingénieux moyens de gravure qu'il a imaginés.

La Section de Médecine présente en comité secret la liste suivante de Candidats pour les deux places de Correspondans actuellement vacantes :

MM. Hufeland et Gilbert-Blane; MM. Fodéré, Bretonneau, Gallini, Fredingo et Barbier.

Séance du lundi 30 octobre.

L'Académie procède au scrutin pour la nomination de deux Correspondans de la Section de Médecine : MM. Hufeland et sir Gilbert-Blane sont nommés.

M. Dutrochet lit un Mémoire intitulé : *Recherches sur la Marche de la Sève dans les plantes et sur les Causes de sa progression.*

On donne lecture d'un Mémoire de M. Abel Norwegien, sur une propriété générale d'une classe très-étendue de fonctions transcendantes.

Sur *la Matière micacée qui se trouve dans certains cuivres.*

PAR MM. STROMEYER ET HAUSMANN.

(*Archives mét. de M.* KARSTEN.)

ON appelle *cuivres micacés* les cuivres qui contiennent des particules écailleuses, luisantes, qui se mon-

trent sur la tranche des cassures. Ces cuivres ont une couleur jaunâtre; ils sont durs, cassans : on ne peut ni les laminer ni les tréfiler, et ils sont même impropres à la fabrication du laiton. On les obtient dans la plupart des usines où l'on pratique la liquation, et ils proviennent principalement des crasses de la liquation et des résidus du plomb qui a servi à cette opération.

Les paillettes micacées (*glimmer-kupfer*) dont il est ici question, ont jusqu'à une ligne de diamètre; mais elles sont très-minces, elles ont la forme d'une table hexaédrique; leur couleur est intermédiaire entre le jaune d'or et le rouge de cuivre, et elles ont un grand éclat métallique; mais elles sont translucides; elles sont disséminées dans le cuivre comme le carbone l'est dans la fonte.

On peut en déterminer exactement la proportion et les obtenir très-pures en traitant le cuivre par l'acide nitrique bien exempt d'acide muriatique, à la chaleur solaire. Les essais chimiques ont fait voir que cette substance est principalement composée d'oxides de cuivre et d'antimoine, et qu'elle contient en outre un peu de plomb, de fer, d'argent, de soufre et de silice.

A. Pour en faire l'analyse, on en a chauffé une certaine quantité avec de l'acide muriatique concentré; on a rapproché jusqu'à cristallisation, et on a repris par une grande quantité d'eau : il y a eu un résidu.

B. On a traité ce résidu par l'acide muriatique de force moyenne; il est resté un mélange de silice et d'alumine contenant une très-petite quantité de muriate d'argent.

C. La dissolution *B* a été rapprochée jusqu'à cristallisation, et on y a ajouté ensuite un mélange d'alcool et

d'acide muriatique, de manière à dissoudre tout l'antimoine : le résidu était du muriate de plomb pur.

D. En rapprochant jusqu'à sec la dissolution *A* et reprenant par l'alcool, on a recueilli encore une petite quantité de muriate de plomb.

E. On a évaporé de nouveau la dissolution *D* jusqu'à sec, et on a lavé le résidu avec une grande quantité d'eau; ce qui a séparé une nouvelle dose d'antimoine.

F. L'oxide de cuivre a été précipité de la liqueur *E* par la potasse caustique à l'aide de l'ébullition. L'oxide obtenu contenait une très-petite quantité d'oxide de fer qu'on en a séparé par les moyens ordinaires.

Le résultat de l'analyse a été :

Protoxide de cuivre.......	0,5050	
Protoxide d'antimoine.....	0,3705	
Oxide de plomb.........	0,0405	
Oxide d'argent...........	0,0016	0,9421.
Oxide de fer............	0,0007	
Soufre..................	0,0080	
Silice et alumine.........	0,0158	

D'après cette analyse, on doit considérer le *glimmer-kupfer* comme une scorie cristallisée, qui se forme durant l'affinage, s'infiltre dans le cuivre et y reste unie par une force d'adhésion considérable.

Quand on travaille long-temps le cuivre micacé, il est probable que les oxides dont se composent le *glimmer* se réduisent, et que les métaux qui en font la base se combinent avec le cuivre : de là vient sans doute qu'il y a des cuivres affinés qui possèdent toutes les mauvaises qualités des cuivres micacés, quoiqu'ils ne contiennent pas de *glimmer*. La production du *glimmer* est due évidemment à la présence de l'antimoine et non pas à celle

de l'arsenic, comme on l'a cru pendant long-temps. M. Seidensticker, inspecteur des Mines à Ocker, près Goslar, a observé qu'ayant eu occasion d'employer du plomb provenant de la liquation de mauvais cuivre noir dans une usine où l'on obtient ordinairement par la liquation du cuivre de très-bonne qualité, ce métal est devenu sur-le-champ micacé. Il résulte de cette observation importante que l'antimoine donne naissance au *glimmer*, soit qu'il se trouve dans le cuivre, soit qu'il provienne du plomb qu'on emploie dans le *rafraîchissage*.

Lorsque l'on a du cuivre noir qui par la liquation directe donne du cuivre micacé, on améliore considérablement les produits en le soumettant préalablement à un affinage soigné pour en séparer le plus possible d'antimoine, comme cela se pratique dans les usines du Haut-Hartz.

Le *pickschiefer* (croûtes des pains liquatés) étant le produit de la liquation qui contient le plus d'antimoine, il convient de le traiter à part et de ne pas le mêler avec d'autres produits, comme cela se fait presque toujours.

Il est possible que les petites écailles brillantes qui se trouvent dans le verre aventuriné soient identiques avec le *glimmer-kupfer* : elles cristallisent comme celui-ci en hexaèdre régulier.

Sur *le Brôme*.

Par M. Just. Liebig,
Professeur de Chimie à l'Université de Giessen.

En recevant le Mémoire de M. Balard (*Annales de Chimie*, t. xxxii, p. 337) sur une substance simple

particulière, contenue dans l'eau-mère des salins, je me suis empressé de faire quelques essais sur l'eau-mère de quelques salins qui étaient encore à ma disposition, et j'ai été assez heureux pour trouver ce corps remarquable en quantité considérable dans l'eau-mère de la saline de Theodorshalle près de Kreutznach. De 30 livres d'eau-mère j'ai obtenu à-peu-près 20 grammes de brôme.

Ayant fait passer du chlore à travers cette eau-mère, le liquide a changé de couleur et est devenu jaune : en l'agitant fortement, on observait au-dessus de sa surface des vapeurs rutilantes. En suivant le procédé de M. Balard, qui me paraît le plus simple possible, j'en ai séparé le brôme par l'éther, et de là par la potasse caustique. La distillation du brômure de potassium avec du peroxide de manganèse et de l'acide sulfurique m'a donné assez de brôme pour me permettre de vérifier un grand nombre des expériences de M. Balard; mais je n'ai aperçu aucun phénomène contraire aux conclusions auxquelles M. Balard a été conduit par ses expériences.

M. Balard, en prenant pour guide le travail de M. Gay-Lussac sur l'iode et le cyanogène, n'a laissé que peu de chose à ajouter au sien. Voici cependant quelques expériences qui serviront au moins à appuyer que le brôme doit être considéré comme corps simple, de même que le chlore et l'iode.

J'ai chauffé au rouge, dans un tube de verre, du fil de fer roulé en spirale, et j'ai fait passer par ce tube des vapeurs de brôme bien desséchées par du chlorure

de calcium. Au moment où le brôme venait en contact avec le fer, celui-ci devenait incandescent et se fondait sans dégagement d'aucune substance gazeuse. La masse fondue était d'un jaune clair, ressemblant au jaune de Naples, et présentait une structure lamelleuse cristalline; elle se dissolvait facilement dans l'eau sans la colorer. La solution précipitait le nitrate d'argent en jaune clair, et par le chlore on pouvait en dégager du brôme : c'était du proto-brômure de fer.

Dans une autre expérience, j'ai substitué au fer du fil de platine, mais ce métal n'a pas été attaqué, et le brôme n'a perdu aucune de ses propriétés. Le noir de fumée n'agit pas non plus sur ce corps dans les mêmes circonstances.

En mettant en contact de la limaille de fer, de l'eau et du brôme, il se forme un proto ou un deuto-brômure de fer selon les proportions, et la masse s'échauffe très-fortement.

On peut se procurer le brômure de potassium très-pur en versant dans une dissolution du brôme dans l'alcool une dissolution de potasse caustique jusqu'à ce que l'alcool commence à se décolorer; ce sel, évaporé à siccité et chauffé au rouge, se noircit.

Le brômure d'argent se dissout facilement dans l'ammoniaque; il se dépose de cette solution, après quelque temps, des cristaux blancs, brillans, qui dégagent de l'ammoniaque en les chauffant et laissent pour résidu du brômure d'argent.

2,521 gr. de brômure de potassium très-pur m'ont donné, par leur décomposition avec du nitrate d'ar-

gent, 4,041 gr. de brômure d'argent; ce qui donne, pour l'atome du brôme, 94,11, l'oxigène étant pris pour 10.

Sur *l'Aimantation de l'acier par la lumière blanche directe du soleil.*

Par Mr A. Baumgartner,
Professeur de Physique à Vienne.

En répétant, l'été dernier, les expériences de Me Somerville sur l'aimantation du fer par l'influence de la lumière colorée du soleil, j'ai trouvé un procédé qui m'a réussi plus vite et plus sûrement que celui de M. Morichini et de Me Somerville. Il m'a conduit à ce résultat, qu'un morceau d'acier de la grosseur d'une aiguille à tricoter ordinaire, dont un ou plusieurs endroits sont polis et les autres sans éclat, et qu'on expose à l'influence de la lumière directe et blanche du soleil, prend un pôle nord à chaque endroit poli et un pôle sud à chaque endroit non poli. Voici en quoi consiste le procédé.

J'ai pris un fil d'acier anglais de la grosseur d'une aiguille à tricoter ordinaire, et je l'ai chauffé de manière à le couvrir entièrement d'oxide noir; j'ai enlevé ensuite l'oxide en un ou plusieurs endroits au moyen d'une pierre huilée, et j'ai achevé le poli avec de la craie et du bois de tilleul, de manière à former des zônes brillantes d'environ deux à trois lignes de longueur. L'acier, ainsi préparé, exposé dans un endroit

parfaitement éclairé du soleil, s'est trouvé, au bout de quelque temps, fortement magnétique et de la manière indiquée. Le temps, toutes choses égales d'ailleurs, a paru dépendre de l'intensité de la lumière solaire; car lorsque j'ai concentré la lumière solaire sur les zônes polies au moyen d'une lentille, je suis parvenu en peu de minutes à produire un magnétisme qui aurait exigé plusieurs heures avec l'intensité naturelle du soleil.

Un morceau d'acier seulement poli à une de ses extrémités, prend un pôle nord à cette extrémité et un pôle sud à l'autre. Si l'endroit poli occupe le milieu, les deux extrémités prennent un pôle sud et le milieu un pôle nord. Si le fil est, au contraire, poli à ses deux extrémités, celles-ci prennent un pôle nord et le milieu un pôle sud; enfin, si le fil a plusieurs zônes polies, chacune d'elles prend le magnétisme boréal, et les zônes obscures qui séparent les premières les unes des autres prennent le magnétisme austral. On peut, de cette manière, développer un nombre quelconque de pôles magnétiques, pourvu que le fil d'acier ait une longueur proportionnée au nombre de pôles que l'on veut avoir. J'ai pu ainsi obtenir facilement huit pôles sur un fil de huit pouces de long, mais à la vérité d'une intensité inégale. J'ai constamment trouvé que les pôles extrêmes étaient plus forts que les autres, et qu'ils conservaient plus long-temps le magnétisme. Je n'ai pu réussir par le même moyen à magnétiser des fils d'acier entièrement couverts d'oxide ou parfaitement polis, ni d'autres fils qui avaient des raies polies dans le sens de leur longueur. Tous les résultats

dont je viens de parler sont restés les mêmes, de quelque manière que les fils aient été orientés; chaque expérience a été répétée plusieurs fois sans donner des résultats différens. Je n'ai pas besoin de dire qu'avant d'exposer chaque fil à l'action solaire, j'avais examiné avec soin s'il était magnétique ou non, et que les expériences n'ont été faites qu'avec des fils non magnétiques.

NOUVEAUX *Acides obtenus en traitant les matières animales par les alcalis.*

MM. Chevreul et Gay-Lussac, en traitant les matières animales par les alcalis, ont obtenu divers acides remarquables par la propriété de neutraliser les bases, et dans lesquels l'azote entre comme élément. Ils sont occupés de l'étude de ces acides, et feront connaître leur travail aussitôt qu'il sera terminé.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	754,60	+ 9,4	90	752,36	+12,2	74	749,34	+ 8,0	86	744,76	+ 5,7	86	+12,7	+ 5,7	Petites éclaircies.	O.
2	746,84	+ 5,4	88	747,57	+ 7,5	81	748,20	+ 8,5	79	749,66	+ 6,8	85	+ 8,5	+ 5,3	Couvert.	N.
3	748,11	+ 6,2	84	746,28	+ 5,6	90	744,84	+ 5,5	90	745,64	+ 5,2	92	+ 6,3	+ 4,5	Pluie.	N. fort.
4	749,75	+ 4,4	91	749,40	+ 7,4	84	749,60	+ 9,5	76	750,70	+ 6,8	90	+ 9,5	+ 3,0	Nuages.	E.
5	753,42	+ 2,7	89	752,90	+ 4,7	88	752,00	+ 6,0	88	751,74	+ 4,5	89	+ 6,0	+ 2,7	Brouillard.	N. N E.
6	752,37	+ 4,5	89	751,95	+ 9,4	89	751,26	+ 9,4	90	750,50	+ 8,0	92	+ 9,4	+ 3,4	Très-couvert.	S.
7	754,26	+ 3,5	80	754,35	+ 6,0	72	754,97	+ 6,4	74	757,56	+ 3,5	86	+ 6,4	+ 3,5	Petits nuages.	N. N. O.
8	759,30	+ 3,0	87	759,20	+ 5,9	72	758,88	+ 7,0	63	759,20	+ 2,1	80	+ 7,0	+ 0,3	Quelq. petits nuages.	N. O.
9	759,17	+ 4,0	87	759,30	+ 6,2	86	759,07	+ 7,1	80	761,52	+ 3,8	87	+ 7,1	+ 2,0	Couvert.	O. N. O.
10	761,98	+ 3,8	89	761,42	+ 8,3	82	759,36	+ 8,5	77	755,53	+ 7,0	90	+ 8,5	+ 1,3	Voilé.	O.
11	754,90	+ 9,0	90	754,60	+11,0	89	754,27	+11,6	90	753,80	+ 9,0	90	+11,6	+ 8,7	Très-petites éclairc.	O.
12	752,71	+10,2	90	751,54	+12,8	83	749,83	+12,0	77	747,43	+ 9,4	90	+12,8	+ 8,5	Nuageux.	O.
13	748,36	+ 6,2	83	747,34	+ 9,5	79	744,72	+ 9,2	82	731,53	+ 8,1	88	+ 9,5	+ 4,7	Nuages et vapeurs.	S. O.
14	736,80	+ 7,5	84	737,46	+ 8,5	77	737,05	+ 9,2	67	738,84	+ 5,8	78	+11,0	+ 5,8	Quelques nuages.	O.
15	747,63	+ 6,7	82	748,47	+ 9,1	73	749,62	+ 9,0	66	753,14	+ 3,7	91	+ 9,1	+ 3,7	Nuageux.	O. N. O fort.
16	758,57	+ 1,9	98	759,10	+ 6,0	85	759,30	+ 7,8	77	759,60	+ 1,0	97	+ 7,8	— 0,2	Beau.	O.
17	759,00	+ 1,0	92	758,58	+ 3,1	92	757,87	+ 3,9	92	758,18	+ 3,2	94	+ 3,9	+ 0,0	Couvert.	S E.
18	758,36	+ 4,8	94	758,10	+ 6,5	87	757,92	+ 5,8	92	757,84	+ 3,8	99	+ 6,5	+ 3,9	Couvert, brouillard.	E.
19	758,17	+ 6,2	96	758,20	+ 6,7	97	758,14	+ 7,0	97	759,22	+ 6,2	99	+ 7,0	+ 6,2	Pluie fine, brouill.	N.
20	762,48	+ 5,4	93	763,35	+ 5,6	91	763,81	+ 5,5	92	765,40	+ 5,0	95	+ 5,6	+ 5,0	Couvert, brouillard.	N.
21	767,40	+ 1,7	85	767,50	+ 2,7	80	766,64	+ 2,7	82	766,83	+ 1,2	91	+ 3,1	+ 1,2	Couvert.	N. E.
22	765,92	+ 4,0	94	765,13	+ 5,5	99	762,94	+ 6,5	98	760,40	+ 6,5	93	+ 6,5	+ 3,1	Brumeux.	N.
23	758,50	+ 6,2	98	758,18	+ 6,0	95	756,52	+ 6,0	93	754,84	+ 3,7	95	+ 6,5	+ 3,7	Très-couvert.	E. S. E.
24	749,42	+ 4,2	99	748,28	+ 5,5	98	747,00	+ 5,5	98	745,30	+ 5,2	99	+ 5,5	+ 3,8	Couvert.	S. O.
25	741,96	+ 3,0	98	741,20	+ 5,2	90	740,20	+ 4,7	88	741,13	+ 0,4	98	+ 5,3	+ 0,4	Couvert.	S. O.
26	740,60	+ 2,5	95	740,80	+ 3,2	95	741,13	+ 3,5	97	744,30	+ 1,5	99	+ 3,5	+ 1,5	Couvert, brouillard.	S.
27	751,15	— 1,7	98	752,22	+ 2,6	96	753,40	+ 3,7	71	756,15	— 0,5	99	+ 3,7	— 3,5	Légers nuages.	O.
28	758,23	+ 1,0	93	757,82	+ 3,2	86	756,70	+ 4,2	92	754,15	+ 5,0	98	+ 5,0	— 1,0	Couvert. brouill.	S. O.
29	750,20	+ 9,2	97	749,27	+ 9,2	84	748,57	+ 8,7	86	748,12	+ 6,9	99	+ 9,2	+ 6,9	Couvert.	S. O. très fort.
30	747,30	+ 7,8	94	747,20	+ 8,8	90	746,90	+ 8,0	94	748,22	+ 6,5	100	+ 8,8	+ 6,5	Convert.	S. S. O.
1	753,98	+ 4,7	87	753,47	+ 7,3	82	752,75	+ 7,6	80	752,68	+ 5,3	88	+ 8,1	+ 3,2	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	753,70	+ 5,9	91	753,67	+ 7,9	85	753,25	+ 8,1	83	752,50	+ 5,5	92	+ 8,5	+ 4,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 5,955
3	753,07	+ 3,8	95	752,78	+ 5,2	91	752,00	+ 5,3	90	751,94	+ 3,6	97	+ 5,7	+ 2,3	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 4,090
	753,58	+ 4,8	91	753,31	+ 6,8	86	752,67	+ 7,0	84	752,37	+ 4,8	92	+ 7,4	+ 3,3	Moyennes du mois,	+ 5,4

Mémoire *sur quelques Points de la Théorie atomistique.*

Par Mr J. Dumas.

Depuis la création de la théorie atomistique, les résultats déduits de cette admirable conception ont acquis chaque jour une importance nouvelle et sont devenus la base de toutes les recherches de chimie qui exigent quelque précision. Les tentatives les plus récentes n'ont fourni toutefois, relativement aux poids absolus des atomes, que des données trop vagues pour qu'on puisse les regarder comme définitives. Cette incertitude provient sans doute de ce qu'on a suivi, dans ce genre de discussion, des méthodes diverses qui parfois conduisent au même résultat, mais qui, dans plusieurs cas, paraissent difficiles à concilier. L'état de doute dans lequel on se trouve à cet égard doit être vivement apprécié par toutes les personnes qui se livrent à l'étude de la chimie, car la plupart des considérations générales auxquelles on s'est élevé dans ces derniers temps ne sont vraies que dans des conditions données, et changent d'énoncé si l'on substitue aux poids d'atomes sur lesquels elles reposent, ceux auxquels on a été conduit pour satisfaire à d'autres lois.

Je me suis déterminé à faire une série d'expériences pour arriver au poids de l'atome d'un grand nombre de corps au moyen de leur densité à l'état de gaz ou de vapeur. Il ne reste, dans ce cas, qu'une seule hypothèse à faire, et tous les physiciens sont d'accord à cet

égard. Elle consiste à supposer que, dans tous les fluides élastiques sous les mêmes conditions, les molécules se trouvent placées à égale distance, c'est-à-dire qu'elles sont en même nombre.

Le résultat le plus immédiat de cette manière d'envisager la question a été déjà savamment discuté par M. Ampère; mais il ne paraît avoir encore été admis dans la pratique par aucun chimiste, si ce n'est par M. Gay-Lussac. Il consiste à considérer les molécules des gaz simples comme étant susceptibles d'une division ultérieure, division qui se produit au moment de la combinaison et qui varie suivant la nature du composé. Bien que cette conséquence ne soit pas encore généralement admise, il est impossible de l'éviter, lorsqu'on regarde comme vraie la supposition précédente sur la constitution des corps gazeux. En considérant la question sous ce point de vue, on s'aperçoit bientôt que la détermination des véritables atomes par les gaz ou les vapeurs offre des difficultés insurmontables dans l'état actuel de la science. En effet, si les molécules d'un corps simple, en passant à l'état gazeux, restent encore groupées en certain nombre, nous pouvons bien comparer ces corps dans des conditions telles, qu'ils renferment le même nombre de ces groupes; mais il nous est impossible d'arriver pour le moment à connaître combien, dans chacun de ceux-ci, il existe de molécules élémentaires.

Mais, si l'on doit momentanément renoncer à ce genre de détermination, il est pourtant d'un grand intérêt d'établir d'une manière précise la densité de la vapeur des corps simples et composés, autant que leur nature

le comporte. C'est en effet le seul procédé au moyen duquel nous puissions arriver à leur composition réelle. C'est aussi le seul qui puisse fournir à la science des résultats propres à éclaircir toutes les questions relatives, soit à l'arrangement moléculaire des corps au moment de leur union, soit aux propriétés générales des molécules elles-mêmes.

Dans le système adopté par M. Berzelius, on a suivi pour la formation des composés un plan général qui consiste à représenter leurs atomes comme s'ils étaient formés par des atomes simples réunis, toujours en nombres entiers. Ainsi, dans ce système, l'eau résulte de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxigène, l'acide hydrochlorique d'un atome de chlore et d'un atome d'hydrogène, tandis que, pour être conséquent avec les idées énoncées sur la constitution des gaz, il faudrait représenter l'eau par un atome d'hydrogène et un demi-atome d'oxigène, l'acide hydrochlorique par un demi-atome de chlore et un demi-atome d'hydrogène.

La formule d'un composé devrait donc toujours représenter ce qui entre dans un volume de ce corps pris à l'état gazeux.

Il faut avouer que les connaissances que nous possédons à cet égard rendent difficile l'emploi de cette règle. Nous n'avons encore que quatre corps simples dont la densité ait été déterminée directement, ce qui ne permet guères d'arriver à des lois générales sur le mode de division que leurs molécules éprouvent en passant à l'état de combinaison. La science est presque aussi pauvre en résultats relatifs aux corps composés. Le travail que j'ai entrepris a pour but de rassembler

toutes les données de ce genre que l'on peut acquérir, et de chercher les lois qui président à l'arrangement moléculaire des gaz ou des vapeurs. Avant de me permettre aucune conclusion générale sur cet objet, j'ai voulu réunir tous les résultats que je pouvais obtenir ; mais j'ai rencontré, dans plus d'un cas, des difficultés si singulières que j'ai dû me déterminer à examiner de nouveau les données analytiques, et par conséquent à publier successivement les faits que j'ai observés. L'enchaînement des idées et la nécessité d'étudier chaque question sous ses diverses faces me conduira nécessairement à un travail de trop longue durée, pour que je puisse en attendre le terme sans prendre date de temps à autre des principaux résultats d'une manière authentique.

Outre le but essentiel de cette série de recherches qui consiste à remplacer par des notions positives les données arbitraires sur lesquelles repose la théorie atomistique presque toute entière, je m'en suis proposé un autre non moins important à mes yeux. C'est la classification naturelle des corps simples.

J'entends par classification naturelle, une disposition de ces corps en groupes fondés sur des caractères assez importans pour qu'on puisse les regarder comme capables de déterminer toutes les propriétés secondaires.

Ces caractères sont les divers modes de combinaison du corps, sa capacité pour la chaleur et le volume de son atome pris à l'état solide. Ce dernier caractère, sur lequel je me propose d'attirer bientôt l'attention de l'Académie, paraît de la plus grande importance en ce

qu'il montre la véritable cause de l'isomorphisme de certains corps, et qu'il permet de le prévoir dans quelques cas où il n'a pas été observé.

J'espère qu'en réunissant ainsi toutes les données que l'état de la science permet d'atteindre, je pourrai parvenir à éclaircir les principaux points de la théorie atomistique, et à poser les bases d'une classification véritablement naturelle dans le sens qu'on attache à ce mot en botanique et en zoologie. Les groupes que je cherche à former devant réunir les corps dont les molécules possèdent des propriétés semblables, ils offriront pour l'étude une facilité très-grande, en même temps qu'ils indiqueront des analogies propres à conduire d'une manière sûre à la découverte de nouveaux composés.

Avant d'entrer en matière, je dois faire connaître d'une manière générale les procédés que j'ai employés dans ces expériences. Lorsque je l'ai pu, j'ai pris la densité des gaz par les procédés connus et par les moyens ordinaires; mais comme je n'ai pas trouvé souvent l'occasion de peser des gaz purs, j'ai eu soin d'indiquer, dans chaque cas particulier, les précautions que j'ai été forcé de prendre. Quant aux vapeurs, je me suis servi, tantôt de l'appareil bien connu de M. Gay-Lussac, tantôt d'un moyen plus simple que je crois susceptible de la plus grande précision. J'ai été forcé de chercher un procédé différent de ceux que M. Gay-Lussac et M. Despretz avaient fait connaître, par la nécessité où je me suis trouvé de peser la vapeur de certains corps qui attaquaient le mercure. Après quelques tentatives, je me suis arrêté à la méthode suivante, qui deviendra, j'en suis sûr, tout-à-fait usuelle dans les

laboratoires, par sa simplicité. Elle s'applique d'ailleurs à tous les corps susceptibles d'entrer en ébullition à une température moindre que celle où le verre commence à se ramollir.

Elle consiste en général à remplir de la vapeur que l'on veut étudier un ballon d'une capacité connue, sous la pression de l'amosphère et à une température déterminée, nécessairement supérieure au point d'ébullition du corps. On parvient à réaliser ces conditions en plaçant dans un ballon à col effilé un excès de la matière, et élevant la température à un degré convenable. Lorsqu'on veut mettre fin à l'expérience, on ferme le bec du ballon au moyen du chalumeau. On observe la température du ballon et la pression atmosphérique, puis on détermine le poids de la matière restant dans le vase et le volume de celui-ci. Ces données suffisent pour arriver au résultat.

La seule condition difficile à obtenir, c'est l'égalité de température et sa détermination exacte. On peut y arriver cependant en plaçant le ballon dans un bain d'eau bouillante, ou dans un bain d'acide sulfurique plus ou moins concentré, ou bien enfin dans un bain d'alliage fusible de M. d'Arcet. Dans le premier cas, la température est déterminée; dans le second, on peut employer le thermomètre à mercure; mais dans le troisième, on est obligé de faire usage du thermomètre à air.

Persuadé que ce procédé deviendra d'un usage fréquent, je crois devoir entrer dans quelques détails sur les diverses modifications dont il est susceptible, et sur la manière d'en calculer les résultats.

J'emploie trois appareils différens. Le premier sert

pour les températures de 150° à 200° c. ; le second pour celles qui ne dépassent pas 150° ; le troisième peut aller jusqu'au rouge naissant.

Dans le premier cas (*fig.* 1), on fixe une masse de plomb (*P*) à la partie inférieure du ballon au moyen d'une lame en plomb (*LL*) qu'on rattache autour du col du ballon, soit au moyen d'un fil de platine, soit au moyen d'une lame en plomb. On dispose alors le ballon ainsi lesté dans une cloche de verre enterrée dans le bain de sable (*SS*), que contient une bassine de fer. On verse dans la cloche de verre de l'acide sulfurique concentré jusques à deux pouces de son bord (*RR*), puis on recouvre la cloche d'une lame de cuivre (*II*) percée d'un petit trou pour laisser passer la pointe du ballon, et de deux autres plus grands pour plonger les thermomètres. Autour de la pointe du ballon on place quelques charbons incandescens (*CC*), qui empêchent la condensation dans ce point de l'excès de matière introduite dans le ballon. Toutes ces dispositions faites, on allume du feu dans le fourneau, et on élève la température assez vivement jusques à 10 ou 12 degrés au-dessous du point d'ébullition de la matière. Mais, à cette époque, il faut modérer le feu pour que le jet de vapeur provenant de l'excès du corps employé ne soit point trop rapide. On porte ainsi peu à peu la température jusqu'à 30 ou 40 degrés au-dessus du point d'ébullition du corps, et lorsqu'on est parvenu à-peu-près au terme où l'on veut s'arrêter, on ferme les issues du fourneau, on laisse l'équilibre de température s'établir, et d'un trait de chalumeau on ferme la pointe du ballon. On note la température du bain et la pres-

sion atmosphérique. Après le refroidissement de l'appareil, on pèse le ballon, ce qui donne le poids de la vapeur. On casse ensuite sa pointe sous l'eau ou sous le mercure, et on mesure l'air, s'il en est resté, pour en tenir compte dans le calcul. On remplit le ballon d'eau distillée, et on le pèse de nouveau afin de connaître sa capacité. On prend enfin, pour la troisième fois, son poids plein d'air sec, et l'expérience est terminée ; car on a tous les élémens nécessaires pour déterminer le volume et le poids de la vapeur à une température donnée.

Lorsqu'on n'a besoin que d'une température inférieure à 150° c., on peut modifier cet appareil d'une manière qui en rend l'emploi plus rapide et plus commode. A cet effet (*fig.* 2), on remplace le lest en plomb par un bocal contenant du mercure (*M'*). Deux ou trois lames de plomb (*LL*), fixées par des fils de platine au col du ballon et au rebord du bocal, servent à maintenir l'appareil en place. Pour en élever la température, on le met dans une bassine en fer contenant du mercure (*MM*), et on l'enveloppe d'un manchon qu'on remplit jusques en *EE*, à 2 pouces de son bord, soit d'eau pure, soit d'acide sulfurique étendu d'une quantité d'eau convenable, suivant la température qu'on veut atteindre. Pour prévenir les oscillations du manchon, on place à sa partie supérieure une planche (*PP*) percée d'un trou dont le diamètre est égal à celui de la partie intérieure du manchon lui-même. Elle porte par conséquent sur l'épaisseur du verre. Elle est d'ailleurs armée de quelques barres de fer (*BB*) ou de plomb qui augmentent son poids, et qui donnent à l'ensemble

de l'appareil une stabilité parfaite. Enfin on adapte à l'ouverture de la planche une lame de plomb percée (*II*), semblable à celle de l'appareil précédent, et qui comme elle sert à supporter quelques charbons (*CC*). On dirige d'ailleurs l'expérience de la même manière et avec les mêmes précautions.

Le dernier de ces appareils s'échauffe plus vite. On voit mieux l'intérieur du ballon, le cylindre de verre est moins sujet à casser; mais on ne peut guère dépasser une température de 150°, à cause de l'emploi du mercure. Le bain de ce métal ayant toujours une température supérieure à celle du liquide, il s'en volatilise dans les parties (*OO*) une quantité très-considérable, dont il est difficile d'éviter les effets dangereux. Le mercure serait d'ailleurs fortement attaqué par un acide capable de supporter une température plus élevée sans bouillir.

Au-dessus de 150°, il faut donc avoir recours au premier appareil. L'expérience est plus lente, elle exige plus de soin dans la manière de chauffer ; mais du moins elle n'est accompagnée d'aucun danger, car si la cloche cassait, comme elle est soutenue de toutes parts, on aurait toujours le temps de s'éloigner avant que l'acide se fût répandu dans le bain de sable.

J'ai abandonné complètement l'emploi de l'huile dans ces expériences. A une température élevée, ce liquide noircit lorsqu'il est en contact avec le mercure, et l'on ne voit plus l'intérieur du ballon. En outre, les vapeurs qu'il répand sont fort incommodes, soit par leur effet sur la santé, soit par la facilité avec laquelle elles s'enflamment. Enfin, au bout de quelques expériences,

tous les appareils sont tellement salis, qu'on éprouve beaucoup de peine et de dégoût dans leur maniement. Je suis convaincu que toutes les personnes qui tenteront des expériences de ce genre trouveront que de tous les liquides, l'acide sulfurique est celui qui offre les moindres inconvéniens.

Pour fixer les idées sur l'emploi de ce premier genre d'appareil, je vais rapporter le résultat d'une expérience sur la vapeur d'iode.

Iode. Les recherches de M. Gay-Lussac sur l'iode ont eu des résultats si nets et si précis, qu'il ne peut rester aucune incertitude sur le rôle de ce corps. Prendre directement la densité de sa vapeur était donc une œuvre de surérogation; mais j'ai voulu le faire par plusieurs raisons : en premier lieu, pour remplacer une hypothèse à la vérité fort probable par une donnée positive; en second lieu, pour vérifier l'exactitude de la méthode dont je me suis servi. Je crois devoir donner quelques détails sur la manière dont j'ai fait une expérience qu'on peut regarder comme assez délicate. J'ai pris de l'iode distillé sur le chlorure de calcium. Il était en beaux cristaux de huit ou dix lignes de longueur. Je l'ai introduit dans un ballon de verre dont j'ai effilé le col à la lampe, en laissant à l'orifice un millimètre de diamètre environ. Le ballon a été placé dans un bain d'acide sulfurique qui pouvait atteindre 200° C. sans bouillir. La vapeur d'iode s'est développée lentement, et ce n'est qu'à 175° c. que la partie effilée du col a menacé de s'obstruer. Au-dessous de ce point, les portions d'iode qui s'y déposaient se volatilisaient rapidement dans l'air, et cette partie du vase était toujours libre. On a donc

dès ce moment chauffé la pointe du ballon au moyen d'un charbon que l'on promenait autour d'elle, et on a porté la température du bain lentement jusqu'à 185°. Le ballon a mis plus d'une heure à parvenir de 175 à 185°, et on n'a mis fin à l'expérience que lorsqu'on n'a plus aperçu de gouttelettes d'iode liquide sur les parois du vase. Dans les premiers momens de l'expérience, la vapeur d'iode était violette; mais à la fin sa couleur était si intense qu'on ne pouvait apercevoir ni le jour ni la flamme d'une lampe au travers du ballon, qui n'avait pourtant que 4 à 5 pouces de diamètre. Sur les bords, sa teinte était bleue; par réflexion, elle était d'un noir parfait. La pointe du ballon a été fermée à 185° c. On a pesé le vase après le refroidissement, puis on l'a ouvert sous l'eau et on a recueilli l'air restant. On a lavé le ballon avec de la potasse pour emporter l'iode, on l'a rempli d'eau distillée et pesé de nouveau; enfin on l'a vidé, puis desséché dans le vide après l'avoir échauffé pour hâter la dessiccation, on l'a rempli d'air sec et on a pris son poids pour la troisième fois. Voici les données d'une expérience conduite avec le plus grand soin (1):

---

(1) Par la formule $P-p+(P-p)\delta$, δ étant le rapport des densités de l'eau et de l'air dans les circonstances de l'expérience, on arrive à connaître d'une manière suffisamment approchée la capacité du ballon. On calcule alors le poids p'' du volume d'air qu'il contient, et on a $p'+p''-p$ pour le poids du mélange de vapeur et d'air. D'un autre côté, on corrige le volume de ce mélange pour la température, la pression et la dilatation du verre, et on le ramène à 0° et 0,76. Il ne reste plus qu'à déduire de ces deux résultats ce qui concerne

107g,532 ballon plein d'air sec à 24° c. et 0^m,757... p
110g,025 *id.* plein de vapeur et d'air à 185° c. et 0^m,757............................ p'
0^l,066 air mêlé à la vapeur, mesuré sur l'eau à 22° c. et 0^m,757.
664 ,550 ballon plein d'eau à 22° c................. P,

d'où l'on tire 11^g,323 pour le poids du litre d'iode et 8,716 pour la densité de sa vapeur.

En partant de la densité de l'acide hydriodique observée par M. Gay-Lussac, c'est-à-dire 4,4288, on trouverait 8,7879; tandis que si on la calcule sur le poids de l'atome d'iode, tel que les expériences du même savant l'établissent, on trouve seulement 8,6118, l'atome étant égal à 781,05. Si on calculait le poids de l'atome d'après la densité que j'ai obtenue directement, on trouverait 790,4. Je ne donne ces valeurs qu'afin de fixer les idées et de montrer les limites dans lesquelles l'erreur se trouverait comprise si l'on accordait une égale confiance à ces diverses méthodes. Mais il me semble pourtant bien probable que les moyens chimiques ordinaires sont susceptibles d'une précision plus grande que les expériences du genre de celle que je rapporte ici. Je n'étendrai donc pas plus loin qu'elles

---

l'air restant. Pour cela, on ramène son volume à 0° et 0,76, en le corrigeant pour la vapeur aqueuse; on le soustrait du volume du mélange; on en fait autant de son poids, et il reste alors pour dernières valeurs le poids et le volume de la vapeur pure.

Ce genre de calcul est un peu long, mais il est facile. Il est douteux qu'on pût l'abréger, à cause des corrections variées que chacune des données exige.

ne doivent l'être, les conséquences de mon résultat, et je le regarderai comme une simple vérification des idées de M. Gay-Lussac sur les combinaisons de l'iode.

Le genre d'appareil dont je viens de parler et la méthode en elle-même sont évidemment applicables à tous les corps susceptibles de bouillir au-dessous de la température à laquelle le verre commence à se ramollir. Il faut seulement, pour obtenir un degré uniforme et supérieur au point d'ébullition de l'acide sulfurique ou de l'huile, faire usage d'un bain métallique capable d'y arriver. Cet avantage se trouve dans l'alliage fusible de Darcet. Je m'en suis servi dans plusieurs circonstances avec un avantage et une facilité que j'étais loin d'en espérer.

L'appareil que j'ai employé (*fig.* 3) se compose d'une bassine en fonte, destinée à recevoir l'alliage et le ballon. Une barre de fer (*aa*), recourbée en forme d'U, et portant un petit cercle au milieu de la branche inférieure, sert à soutenir le ballon et les thermomètres. Elle est solidement fixée aux anses de la bassine au moyen d'un lacis de fils de fer. Le ballon *b* est attaché à la branche inférieure de la barre de fer par quelques fils de fer. Les thermomètres à air *tt* sont liés de la même manière aux branches montantes. La bassine est fixée sur le fourneau, soit par une plaque de fer percée, soit au moyen de deux barres de fer qui passent dans les anses.

Voici la manière de conduire les expériences. L'appareil étant disposé, on place des fragmens d'alliage fusible dans la bassine, et on chauffe jusqu'à son point

de fusion. Alors on peut remplir le vase d'alliage fondu sans craindre de déterminer la rupture des appareils de verre, surtout si l'on a soin d'ajouter l'alliage peu à peu. Lorsque la bassine est suffisamment remplie, on élève la température. Bientôt la matière entre en ébullition, un jet de vapeur plus ou moins rapide se dégage. On reconnaît que tout l'excès de matière a été expulsé lorsque la vapeur qui se projette d'abord à trois ou quatre pieds hors de l'appareil avec un sifflement vif, se trouve réduite à un jet d'une ou deux lignes, et se dégage sans bruit, malgré l'élévation continuelle de la température. Je laisse ordinairement la température s'élever ainsi pendant quinze ou vingt minutes; je ferme au chalumeau les thermomètres et le ballon, et je retire le feu. On peut porter la température jusqu'au rouge naissant; les appareils n'éprouvent aucune déformation.

Lorsque, par le refroidissement, le bain est parvenu à 100 ou 120° c., je verse l'alliage dans une autre bassine. Il en reste une couche mince sur les appareils de verre qui rend leur refroidissement plus uniforme et les préserve de rupture. Lorsqu'ils sont devenus maniables, on détache cette couche aisément en râclant leur surface, et on termine le nettoyage au moyen du mercure qui dissout les petites parcelles d'alliage qui auraient pu échapper à l'opération mécanique.

Les pesées et le calcul sont d'ailleurs les mêmes que dans les expériences précédentes, à cela près qu'il faut déterminer d'abord la température indiquée par les thermomètres à air (1).

---

(1) On y parvient au moyen de la formule suivante :

Je vais citer encore un exemple pour montrer le degré de confiance que mérite cette méthode, et je choisirai la vapeur de mercure.

Mercure. Parmi le petit nombre de corps simples qui sont susceptibles de prendre l'état gazeux, le mercure est un de ceux auxquels j'ai attaché le plus d'importance. Son usage fréquent dans les expériences de physique et de chimie, rendra sans doute plus d'une fois utile la connaissance précise de sa densité à l'état de vapeur. Pour la déterminer, j'ai préparé moi-même du mercure parfaitement pur, et j'en ai introduit quarante grammes, qu'on avait portés à l'ébullition quelques instans avant dans un ballon effilé que j'ai placé dans mon appareil avec l'alliage de Darcet. La température a été élevée doucement, et malgré cette précaution, lorsqu'elle est ar-

---

$$t = \frac{\frac{V}{V'} - 1}{0{,}00375},$$

qui donne une première approximation pour la température t, V étant le volume total du thermomètre, V' le volume à 0° de l'air restant dans le thermomètre au moment où on l'a fermé. Pour avoir la température plus exactement, il faut employer la valeur trouvée t à corriger le volume V pour la dilatation du verre, introduire cette nouvelle valeur V'' dans la formule, ce qui donne :

$$t' = \frac{\frac{V''}{V'} - 1}{0{,}00375}.$$

La température t' est alors une approximation suffisante.

rivée au point d'ébullition du mercure, la vapeur qui se dégageait par le bec du ballon, produisait un jet si prolongé et un sifflement si fort, que j'ai craint qu'une explosion ne mît fin à l'expérience. Cependant le dégagement, après avoir duré demi-heure environ, a cessé presque tout-à-coup, et on a augmenté le feu. Au bout de quelque temps, voyant que la vapeur expulsée n'était plus sensible, quoique l'appareil fût bien au-dessus du point d'ébullition du mercure, j'ai fermé le ballon et les thermomètres.

Le 1er thermomètre a indiqué une température de 448° c.
Le 2e. une température de 444° c.
J'ai calculé les résultats d'après la moyenne de 446° c.

Voici d'ailleurs les élémens de l'expérience :

0l,235186 capacité du ballon à. . . . . 0° c.
0g,812 poids du mercure en vapeur qui le remplissait à 446° c. et 0m,765.

A la fin de l'expérience, on a remarqué quelques parcelles d'oxide rouge de mercure dans l'intérieur du ballon. Pour savoir jusqu'à quel point cette circonstance, qui semblait d'ailleurs tout-à-fait négligeable, pouvait influer sur les résultats, on a pris le poids du ballon contenant le mercure, le poids du même vase plein d'eau, son poids plein d'air sec, et enfin séparément le poids du mercure qui s'était rassemblé en une seule gouttelette facile à isoler sans aucune perte. En calculant le poids du mercure d'après les trois premières pesées, on trouva 0gr.,820 ; mais cette valeur devait comprendre le poids

de l'oxide formé. Le mercure pesé directement donna $0^{gr.},812$, valeur à laquelle on s'est arrêté.

Lorsqu'on ouvrit le ballon sur l'eau, il se remplit entièrement, et il ne resta qu'une bulle d'air trop petite pour être mesurée, et provenant sans aucun doute de l'eau elle-même.

Il résulte de ces données que le poids du litre de vapeur de mercure est égal à $9^{gr.},0625$, et que sa densité comparée à l'air est de 6,9760.

En prenant le nombre donné par M. Berzelius pour le poids de l'atome de ce corps, c'est-à-dire 2531,6, on trouverait 27,9134, nombre très-différent. Mais en divisant ce nombre par quatre, on arrive à 6,9783 qui coïncide d'une manière tout-à-fait satisfaisante avec le résultat de l'expérience.

Je ne veux point discuter pour le moment les conséquences de ce fait, relativement à la théorie atomistique; j'y reviendrai dans un examen détaillé des combinaisons du mercure.

Je passe immédiatement à l'examen des combinaisons volatiles ou gazeuses de quelques corps entre lesquels on a signalé des analogies fondées. Examinons d'abord le phosphore et l'arsenic.

Phosphore. On peut arriver de plusieurs manières à la densité de la vapeur de phosphore. Je vais d'abord la déduire de mes expériences sur les hydrogènes phosphorés. En considérant l'hydrogène proto-phosphoré comme un composé de 3 vol. hydrog. et 1 vol. de vapeur de phosphore condensé en deux, on trouve :

1,213 × 2 = 2,426 2 vol. hydrog. proto-phosphoré ;
0,0687 × 3 = 0,2061 3 vol. hydrogène.

2,2199 densité de la vapeur de phosphore.

En prenant 200 pour le poids de l'atome du phosphore et 1,1026 pour la densité de l'oxigène, on aurait 2,2052 pour celle de la vapeur de phosphore. L'expérience est donc ici bien d'accord avec le calcul.

Pour vérifier ce résultat, je me suis servi du proto-chlorure de phosphore. Celui que j'ai employé bouillait à 78° C., sous la pression de 0m,763. J'ai pris la densité de sa vapeur dans l'appareil de M. Gay-Lussac, et je joins ici les données de l'expérience, ainsi que les densités qui en sont déduites.

1g,347 proto-chlorure de phosphore.	0m,767 barom.
322 centim. cub. de vapeur......	
100° C. température de la vapeur...	26°,5 temp.
0m,078 colonne de mercure au-dessus du bain.	

6g,3532 poids du litre de proto-chlorure de phosphore à 0° et 0,76.
4,8750 sa densité.

Or, nous savons à n'en pas douter que le proto-chlorure de phosphore est formé de 3 vol. de chlore et de 1 vol. de vapeur de phosphore ; on a donc

2,470 × 3 = 7,410... 3 vol. chlore.
2,2052.. 1 vol. phosphor.

$$\frac{9,6152}{2} = 4,8076$$

c'est-à-dire 3 vol. de chlore, 1 vol. vapeur de phosphore condensés en 2 volumes.

Examinons maintenant les combinaisons de l'arsenic avec l'hydrogène et le chlore.

Arsenic. J'ai préparé du gaz hydrogène arseniqué par le procédé ordinaire, c'est-à-dire au moyen de l'alliage d'arsenic et d'étain et de l'acide hydro-chlorique. Ce gaz, essayé par la solution de sulfate de cuivre, ne tarde point à être absorbé ; mais quelle que soit la quantité de sulfate qu'on emploie, et bien que le contact soit prolongé pendant plusieurs jours, l'absorption n'est pas complète, si l'on fait usage du gaz recueilli dans les premières éprouvettes. Le résidu n'est pourtant pas dû à l'air des vases ; il consiste surtout en hydrogène pur et tout-à-fait dépouillé d'arsenic. La solution de sulfate s'est troublée ; il s'est formé un dépôt abondant de couleur noire ; c'est de l'arseniure de cuivre qui se dissout bientôt en partie dans le mercure, sur lequel on opère et qui l'épaissit considérablement.

Après avoir mis de côté trois grandes éprouvettes de gaz, j'ai essayé la quatrième par ce procédé : 100 p. de ce gaz ont laissé 69,7 hydrogène pur.

Dans la cinquième, j'ai trouvé de la même manière 68,7 et 68,8 de gaz hydrogène pour 100.

Ce gaz hydrogène brûlait sans dépôt; sa flamme n'était point blanche, et il absorbait exactement, par la détonnation, demi-volume d'oxigène.

Il est facile, d'après cela, de trouver le rapport entre le gaz hydrogène arseniqué et le gaz hydrogène qu'il contient. Il est cependant impossible d'employer à cette analyse le sublimé corrosif ou le sublimé doux, comme

dans celle de l'hydrogène phosphoré. Une grande partie du gaz disparaît, l'arsenic se dépose à l'état d'hydrure, et on retire des quantités de gaz acide hydrochlorique qui paraissent variables, au moins autant que je puis en juger d'après le petit nombre d'essais que j'ai tentés. La méthode indiquée par MM. Gay-Lussac et Thenard réussit très-bien, et ne présente aucune difficulté. L'étain fondu absorbe l'arsenic et met le gaz hydrogène en liberté.

100 parties de gaz dans lequel le sulfate de cuivre absorbait 24 parties en laissant 76 d'hydrogène pur, ont donné 111,5 de gaz hydrogène parfaitement pur après avoir été mises en contact avec l'étain fondu dans une cloche courbe. 24° de gaz hydrogène arseniqué donnent donc 111,5—76=35,5 d'hydrogène, et ce gaz contient en conséquence 1 volume et demi d'hydrogène.

Connaissant la quantité de gaz arseniqué contenue dans les mélanges et la proportion d'hydrogène que celui-ci renferme, il devenait facile de déterminer avec précision la quantité de gaz oxigène nécessaire à la combustion complète du gaz hydrogène arseniqué.

100 parties d'un gaz qui renfermait 32 hydrogène arséniqué et 68 hydrogène, mêlées avec 200 parties d'oxigène, en ont absorbé 82 dans une expérience et 83 dans l'autre. Abstraction faite des 34 p. d'oxigène qui sont nécessaires à la combustion de l'hydrogène libre, il reste, pour les 32 d'hydrogène arséniqué, 48 et 49 d'oxigène. Il est évident que pour un volume d'hydrogène arséniqué il faut un volume et demi d'oxigène.

Les résultats de cette combustion sont sans doute de l'eau et de l'acide arsénieux. L'excès d'oxigène ayant

empêché le dépôt de l'arsenic sous forme d'hydrure, tout ce métal s'était combiné à l'oxigène; d'un autre côté, l'analyse du résidu ne permit d'y découvrir aucune trace d'hydrogène libre. Quant à l'acide produit, je suppose que c'est de l'acide arsénieux, parce que l'eau dissout difficilement le dépôt qui se forme sur les parois de l'eudiomètre, parce que la solution n'a pas une réaction acide bien déterminée, et parce que surtout, en laissant à l'air l'eudiomètre couvert à l'intérieur du dépôt pulvérulent qui résulte de la détonnation, il ne change point d'état et n'attire en aucune manière l'humidité de l'air.

Il en est donc ici comme du gaz hydrogène protophosphoré, chaque volume de gaz exige un volume et demi d'oxigène; il en résulte de l'eau et de l'acide arsénieux ou phosphoreux.

Voyons maintenant comment ces conclusions s'accordent avec la densité que donne l'expérience. J'ai été forcé nécessairement de la déterminer, car les chimistes qui s'en étaient occupés avant moi n'avaient tenu aucun compte du gaz hydrogène libre. Mais, au moyen des données précédentes, l'expérience devenait facile et susceptible de la plus grande rigueur.

Voici les données d'une expérience :

Le ballon contenant 2,520 litres pesait, plein d'air sec, 286,376 à la température de 7°,5 C. et sous la pression de $0^{m},756$.

Plein d'un mélange de gaz hydrogène, de gaz hydrogène arséniqué et d'air atmosphérique à la température de 13° C. et sous la pression de $0^{m},756$, les gaz étant saturés d'humidité, il pesait 285,348.

Voici comment on a évalué les proportions relatives de chacun des gaz contenus dans le mélange. L'air provenait de celui qui était resté dans le ballon au moment où on a fait le vide. Sa tension était de $0^{m},006$ et sa température de 13° c. — D'un autre côté, le gaz, après la pesée, ayant été transvasé sur le mercure et analysé par le sulfate de cuivre, on a trouvé une absorption moyenne de 23,36 due à l'hydrogène arséniqué pour 100 de gaz total.

Toute réduction faite pour la température, la pression et l'état hygrométrique, on trouve que le ballon contenait :

$0^{l},019$	air atmosphérique	$= 0^{g},0246$;
1 ,786	hydrogène	$= 0\ ,1596$;
0 ,550	hydrogène arséniqué	$= 1\ ,9263$;
$2^{l},355$	de gaz secs à 0° et 0,76	$= 2^{g},1115$;

d'où l'on tire $3^{g},5023$ pour le poids du litre de gaz hydrogène arséniqué ;

et 2,695 pour sa densité.

Et si l'on veut admettre que ce gaz contient, comme je l'ai montré, un volume et demi d'hydrogène, on trouve $2,695 - 0,1032 = 2,5918$ poids de la vapeur d'arsenic contenue dans un volume de gaz ; et si l'on suppose que ce gaz ait pour formule $As\,H^{6}$, le poids de l'atome d'arsenic déduit de cette pesée serait 940,24, au lieu de 940,77 admis par M. Berzelius. La différence est trop petite pour que je croie utile de modifier le poids absolu de l'atome auquel ce célèbre chimiste s'est arrêté. Elle devient encore moindre si l'on observe

que M. Berzelius admet que 100 p. d'arsenic absorbent 31,907 d'oxigène, d'où l'on tire 940,23 pour le poids de l'atome de ce métal, et non point 940,77, comme il l'a fait très-probablement par une erreur de chiffres.

Ce résultat est donc aussi exact qu'on pouvait l'espérer. Examinons-le maintenant sous le rapport de la vapeur d'arsenic. Dans la formule $As\,H^6$, on a 1 vol. de vapeur d'arsenic et 6 vol. d'hydrogène condensés en 4 : résultat peu compatible avec la simplicité habituelle des combinaisons et des condensations gazeuses. Il est donc mieux de diviser par deux l'atome d'arsenic donné par M. Berzelius, et de représenter le gaz hydrogène arséniqué par $As\,H^3$. En ce cas, 3 vol. d'hydrogène et 1 vol. d'arsenic se condensent en deux ; ce qui donne un résultat absolument semblable à celui qui est fourni par l'hydrogène proto-phosphoré.

Quant à la densité de la vapeur d'arsenic, on a $(2,695 \times 2) - (0,0687 \times 3) = 5,1839$, d'où l'on tire 470,12 pour le poids de son atome.

Il est très-probable qu'il existe deux chlorures de ce corps. Lorsqu'on fait passer du chlore sec sur de l'arsenic réduit en poudre, on obtient aisément, surtout à l'aide d'une chaleur légère, le chlorure liquide qui correspond à l'acide arsénieux. Mais on observe que dans les parties de l'appareil où ce corps se trouve en contact avec un excès de chlore, il se forme une matière blanche et cristallisée que je suis porté à regarder comme le perchlorure correspondant à l'acide arsénique. Du reste, le temps ne m'a pas permis de faire aucune expérience directe à ce sujet.

Quant au proto-chlorure, je l'ai obtenu par deux

procédés également commodes et sûrs dans leur emploi. Le premier consiste à faire arriver du chlore sec dans une allonge courbe contenant l'arsenic pulvérisé, et dont l'extrémité plonge dans une éprouvette entourée de glace. On chauffe légèrement l'arsenic au moyen d'une lampe à alcool. Le chlorure coule goutte à goutte, et on en obtient ainsi de grandes quantités. Pour l'avoir pur, il suffit de le distiller sur de l'arsenic pulvérisé. Ce métal détruirait le perchlorure s'il s'en était formé.

Comme on pourrait craindre que l'arsenic employé ne fût souillé de quelques métaux différens, il est plus commode peut-être de décomposer l'acide arsénieux par l'acide hydrochlorique naissant. Cette opération est facile à exécuter. On place dans une cornue tubulée 30 ou 40 grammes d'acide arsénieux avec 300 ou 400 gram. d'acide sulfurique concentré. On élève la température du mélange jusqu'à 80 ou 100° c., puis on projette, par la tubulure, des fragmens de sel marin fondu. En continuant à chauffer et en ajoutant successivement du sel marin, on obtient du proto-chlorure d'arsenic qui coule goutte à goutte du bec de la cornue, et que l'on peut recueillir dans un vase refroidi. Il se dégage peu ou point d'acide hydrochlorique. Mais vers la fin de l'opération, il passe souvent de l'hydrate de proto-chlorure d'arsenic, sans doute parce qu'alors l'acide sulfurique se trouve affaibli. On le reconnaît à ce que le liquide obtenu se partage en deux couches. Le chlorure pur occupe le fond du vase, le chlorure hydraté se trouve à la surface. Ce dernier est liquide, transparent, blanc, mais plus visqueux que le chorure pur. Pour détruire l'hydrate, il faut distiller le produit

sur de l'acide sulfurique concentré en quantité convenable.

Quel que soit le procédé employé, on obtient du proto-chlorure anhydre et pur, au moyen des précautions indiquées. Ce corps est liquide, blanc, transparent, légèrement fumant à l'air. Mis en contact avec l'eau, il la décompose évidemment, et donne naissance à de l'acide hydrochlorique et à de l'acide arsénieux qui se dépose en flocons, et qui se dissout ensuite dans l'eau si la quantité de ce liquide est suffisante. On peut conclure de ce fait la composition du proto-chlorure; mais si l'on avait besoin de nouvelles expériences sur le poids absolu de l'atome d'arsenic ou sur la composition de l'acide arsénieux, ce serait sans doute le meilleur moyen à mettre en usage.

Le proto-chlorure d'arsenic bout à 132° c. Sa densité est plus grande que celle de l'eau.

Je n'ai pu déterminer directement sa tension à cause de la facilité avec laquelle il attaque le mercure. Je n'ai pas examiné les produits de leur réaction mutuelle, mais je me suis assuré que le chlorure se détruisait promptement, sans chaleur, et qu'il se formait une poudre brun-fauve dont je n'ai pas constaté la nature. Bien que l'action commence dès les premiers instans du contact, il faut plusieurs jours pour qu'elle soit terminée lorsqu'on opère sur des quantités un peu considérables.

Par la même raison, je n'ai pu déterminer la densité de la vapeur de ce corps au moyen de l'appareil de M. Gay-Lussac; j'ai été forcé d'avoir recours à celui

que j'ai déjà fait connaître. Voici les données et les résultats de l'expérience :

Ballon plein d'air sec......	97,432	Barom. 0,758.
Id. plein de vapeur à 175° c.	99,420	
Id. plein d'eau dist. à 23° c.	638,740	Temp. 25° c.

8g,1852 poids du litre de proto-chlorure d'arsenic.
6,3006 densité comparée à l'air.

En partant des expériences précédentes sur l'hydrogène arséniqué, ou bien du poids de l'atome de l'arsenic, on aurait :

1 vol. vapeur d'arsenic = 5,1839 ;
3 vol. chlore........ = 7,4100.

12,5939.

Or, $\frac{12,5939}{2}$ = 6,2969 densité du proto-chlorure, en supposant que 3 vol. de chlore et 1 de vapeur arsénicale se réduisent à 2. Si l'on adoptait le poids d'atome de M. Berzélius, on aurait 6 volumes de chlore et 1 de vapeur d'arsenic condensés en 3, c'est-à-dire qu'on retomberait dans les nombres éloignés et peu probables que l'hydrogène arséniqué nous a déjà offerts.

J'aurais voulu joindre à ces expériences un examen comparatif des phosphures et des arséniures métalliques. Mais M. Henry Rose, de Berlin, étant occupé d'expériences à ce sujet, je me bornerai à donner l'analyse des phosphures de chaux et de baryte, dont il n'a pas donné la composition, et qui sont ceux qui offrent le plus d'intérêt sous beaucoup de rapports. Leur préparation, telle que M. Dulong l'a décrite, s'exécute avec la plus grande facilité. Pour arriver à des données exactes, il

suffit donc d'employer des matières pures et d'éviter l'influence de l'eau et de l'air.

La chaux que j'ai employée provenait de la calcination de la craie. Elle se dissolvait sans effervescence dans les acides et ne laissait qu'un résidu inappréciable; enfin elle avait été enfermée encore brûlante. Je pesais un ou deux fragmens de cette chaux que je plaçais dans une cloche disposée horizontalement sur une grille, et renfermant une quantité convenable de phosphore pur et sec à son extrémité recourbée. La chaux étant chauffée au rouge, à-peu-près au point où le verre commence à se ramollir, je faisais passer le phosphore à l'état de vapeur et je chauffais jusqu'à ce qu'il fût complètement expulsé. L'extrémité ouverte de la cloche était fermée par un bouchon de craie qui ne laissait qu'une étroite issue pour le passage du phosphore en excès. Le phosphure obtenu était enfermé dans un petit flacon avant son entier refroidissement, et j'avais soin de le peser, lorsque celui-ci était complet, dans une balance fermée et dont la cage contenait plusieurs vases remplis de chaux vive. Ce phosphure s'est toujours présenté dans mes expériences avec les caractères suivans. Sa couleur est celle de l'hématite, un peu claire, mais assez vive. Il se pulvérise aisément, mais il est toujours bien plus dur que la chaux employée. Il n'a jamais l'éclat métallique. Enfin il est composé de :

Phosphore.....	36,35	36,95;
Chaux........	63,65	63,05.
	100.	100.

L'hypothèse qui s'accorde le mieux avec ces résultats consiste à supposer que ces deux corps se combinent atome à atome. Elle conduit en effet à la composition suivante :

Phosphore,	35,52 ;
Chaux,	64,48.
	100.

La différence entre le calcul et l'analyse est à-peu-près telle qu'on pouvait s'y attendre.

J'ai éprouvé plus de difficulté dans la détermination des proportions du phosphure de baryte. J'ai fait usage d'abord de la même méthode, et j'ai obtenu les résultats suivans :

Phosphore...	24,13	24,45	27,66 ;
Baryte.......	75,87	75,55	72,24.
	100.	100.	100.

La dissidence de ces résultats et l'impossibilité de les rapporter à la formule qui représente la composition du phosphure de chaux m'ont engagé à répéter cette analyse, en y mettant tous les soins dont j'étais capable. J'ai employé de la baryte préparée exprès, que je plaçais après l'avoir pesée dans un tube barométrique disposé horizontalement sur la grille d'un petit fourneau. L'extrémité ouverte était bouchée aux trois quarts avec un morceau de craie, et de l'autre côté on avait soufflé une boule qui contenait le phosphore. A quelque distance de la boule, le tube était lié au moyen d'un tuyau de caoutchouc, avec une source de gaz hydrogène parfaitement sec. On balayait l'air des vases

pendant quelque temps au moyen de ce gaz, puis on portait la baryte au rouge. On faisait alors entrer le phosphore en fusion, et la vapeur de ce corps, entraînée par le courant d'hydrogène, traversait l'espace occupé par la baryte. Son excès allait se perdre dans l'air, où il s'enflammait. On continuait à faire passer de l'hydrogène long-temps après que l'expérience était terminée et jusqu'au complet refroidissement du tube.

	Résultat obtenu.	Résultat calculé.
Phosphore...	25,96	25,96;
Baryte......	74,04	74,04.
	100.	100.

Le résultat calculé a été établi en supposant que 7 atomes de baryte se combinent avec 12 atomes de phosphore. Je reviendrai plus bas sur cette hypothèse. Le phosphure de baryte obtenu de cette manière était d'un noir bleuâtre, présentait des indices de fusion dans quelques points, et offrait en général un éclat métallique très-prononcé. Sa dureté était assez grande.

Convient-il maintenant de regarder ces combinaisons comme étant des phosphures d'oxide, ou des mélanges d'un phosphate et d'un phosphure métallique? C'est ce que les réflexions suivantes nous permettront de décider. La composition du phosphure de chaux ne prouve rien; mais celle du phosphure de baryte est tout-à-fait contraire à la première hypothèse. Une combinaison de 7 atomes d'un corps oxidé avec 12 atomes d'un corps simple répugne trop à l'esprit pour qu'on soit disposé à l'admettre. Au contraire, si on part de la supposition

dans laquelle le produit serait un phosphate et un phosphure, on a, suivant la notation de M. Berzelius,

$$\left.\begin{matrix} 7\,\ddot{B}a \\ 12\,P \end{matrix}\right\} = 2\,\ddot{B}a\,\dddot{P} + 5\,Ba\,P^2.$$

Pour le phosphure de chaux on modifierait la formule de la manière suivante :

$$\left.\begin{matrix} 7\,\ddot{C}a \\ 7\,P \end{matrix}\right\} = 2\,\ddot{C}a\,\dddot{P} + 5\,Ca\,P.$$

Ces conclusions se trouvent complètement d'accord avec l'action que le chlore exerce sur ces phosphures. Elle est faible ou nulle à froid ; mais à chaud, le phosphure de baryte se décompose avec une légère incandescence. Il est facile de voir que les produits doivent être du chlorure de phosphore, du chlorure de barium et du phosphate de baryte. Ces deux derniers corps se trouvent dans le résidu, précisément dans les rapports que le calcul indique.

En résumé, l'on voit qu'en adoptant les formules de composition établies ci-dessus, le gaz hydrogène proto-phosphoré et le gaz hydrogène arséniqué seraient composés l'un et l'autre de 1 volume et demi d'hydrogène et de demi-volume de phosphore ou d'arsenic, de même que l'ammoniaque. Les proto-chlorures de ces deux corps renfermeraient aussi un volume et demi de chlore et demi-volume de phosphore ou d'arsenic. Mais avant de prendre une opinion formelle à cet égard, j'ai dû m'occuper de recherches directes sur la vapeur d'arsenic et de phosphore. Elles seront données dans un autre Mémoire.

Avant de quitter ce sujet, je dois rappeler qu'en traitant par l'eau les phosphures de chaux et de baryte, j'ai obtenu des produits très-différens, ce qui est d'accord avec l'analyse de ces deux composés. J'aurais voulu donner ici d'une manière précise le détail de cette réaction, mais il aurait fallu de nouvelles expériences que je ne puis entreprendre en ce moment, et qui paraissent rentrer d'ailleurs dans le cadre que s'est tracé M. Henry Rose. Ce problème sera donc bientôt résolu sans doute par cet habile chimiste.

Je passe à l'examen de quelques composés de silicium et de bore. Je me suis occupé d'abord du *chlorure de silicium*. Celui que j'ai employé provenait de l'action du chlore sur le mélange de silice et de charbon, d'après le procédé de M. Œrstedt. On l'avait agité quelque temps avec du mercure pour absorber l'excès de chlore, puis distillé à l'aide d'une légère chaleur. Dans cet état, il avait la transparence, la fluidité et l'aspect de l'éther sulfurique. Il bouillait bien au-dessous de 100° C.

Voici les données et les résultats de l'expérience :

1g,017 chlorure de silicium..... 227 centim. cub. de vapeur..... 100° C. température de la vapeur. 0m,151 colonne de mercure au-dessus du bain..............	Barom. 0m,757. Temp. 25° C.

7g,7154 poids du litre de chlorure de silicium.
5,9390 sa densité.

D'après les dernières expériences de M. Berzelius, le

poids de l'atome du silicium, en supposant que la silice contienne 3 atomes d'oxigène, doit se trouver entre 277,2 et 277,8. Il est facile de voir que la densité de sa vapeur serait, dans cette hypothèse, égale à 3,0597. Dans cette hypothèse encore, on aurait 1 atome de silicium et 6 de chlore pour la composition du chlorure. C'est-à-dire :

6 vol. chlore	$= 6 \times 2{,}470 =$	14,820;
1 vol. silicium	$=$	3,0597.
		17,8797.

Mais $\frac{17{,}8797}{3} = 5{,}9599$. Il en résulterait évidemment que 6 vol. de chlore et 1 vol. de silicium se réduiraient à 3 par la combinaison.

On arrive à des rapports plus simples si on réduit au tiers le poids d'atome du silicium, il devient ainsi 92,5. Alors on a 1,0197 pour la densité de sa vapeur et $Si + O$ pour la composition de la silice, $Si + Ch^2$ pour celle du chlorure de silicium. Dans cette hypothèse, on a

2 vol. chlore	$= 2{,}47 \times 2 = 4{,}94$;
1 vol. silicium	$= 1{,}0197$.
1 vol. chlorure de silicium.	$= 5{,}9797$.

Mais comme j'espère arriver tôt ou tard à des notions précises sur ces sortes de rapports, j'aime mieux laisser ces questions dans le doute, que de proposer des changemens non motivés. J'adopte cependant le dernier de ces nombres dans les calculs subséquens, parce qu'il les rend plus simples. Voyons d'ailleurs comment ces résultats s'ac-

cordent avec ceux qui se déduisent de la composition et de la densité de l'acide fluorique silicé. Quant à sa composition, elle est établie par les expériences de M. Berzelius et confirmée par le résultat suivant. Lorsqu'on fait passer sur de la baryte chauffée du gaz acide fluorique silicé sec, il y a une absorption vive, accompagnée d'une ignition qui suffit pour fritter la masse. Le produit est d'un blanc grisâtre. Il ne se dégage aucun gaz pendant l'expérience. En pesant de la baryte bien pure avant et après l'absorption, on trouve :

	Résultat observé.	Résultat calculé.
Baryte.	85,62	85,44 ;
Acide fluorique silicé.	14,38	14,56.
	100.	100.

Le résultat calculé est établi en supposant qu'un atome de baryte se combine avec 1 atome de silicium et 2 atomes de fluor. L'accord qui existe entre le résultat obtenu et celui qui a été calculé, la certitude parfaite où je suis que, dans cette expérience, le gaz n'éprouve aucune altération partielle, mais qu'il est absorbé sans résidu, tout se réunit pour démontrer que l'acide fluorique silicé contient réellement 1 atome de silicium et 2 atomes de fluor, ce qui s'accorde très-bien d'ailleurs avec les expériences de M. Berzelius. On tire de là, pour la densité de ce gaz :

1 vol. silicium	= 1,0197 ;
2 vol. fluor	= 2,5776.
	3,5973.

M. John Davy avait trouvé 3,5735, résultat qui s'éloigne peu de celui que je viens d'établir. Voici les données et les résultats de mes propres observations à ce sujet :

285,635 poids du ballon vide ;
288,733 poids du ballon plein d'air sec ;
296,690 *id.* plein d'acide fluorique silicé ;

d'où l'on tire 3,600 pour la densité de ce gaz. M. John Davy aurait obtenu sans doute un résultat plus précis de son expérience si elle avait été faite sur un volume de gaz plus considérable.

J'ai calculé plus haut la composition de ce corps en supposant qu'il était formé de fluor et de silicium. M. Berzelius le regarde comme un composé d'acide fluorique et de silice. Quoique je me propose de revenir plus tard sur l'histoire du fluor, je vais établir ici la composition de ses principales combinaisons d'après la manière de voir que j'ai adoptée.

M. H. Davy avait trouvé que 100 parties de fluorure de calcium donnaient 175 de sulfate de chaux sec. Cette expérience, répétée par M. Berzelius, avait donné d'abord des résultats différens ; mais dernièrement ce célèbre chimiste a rectifié ses premières données et a obtenu le même nombre que M. Davy. D'après cela, on trouve :

Calcium,	52,27	ou bien	1 at. = 512,06 ;
Fluor,	47,73		4 at. = 467,58 ;
Fluorure de calcium,	100.		1 at. = 979,64 ;

d'où il suit que le poids de l'atome du fluor est 116,89, et par conséquent sa densité 1,2888.

On ne peut hésiter, à ce sujet, qu'entre la composition basée sur l'analogie avec le chlore et celle qu'on obtiendrait si on rangeait les combinaisons du fluor à côté de celles du soufre. L'expérience capitale de M. Davy s'explique également dans les deux hypothèses. Il a vu que l'hydro-fluate d'ammoniaque traité par le potassium donnait 1 vol. d'hydrogène et 2 vol. d'ammoniaque. On obtiendrait un résultat semblable, soit en décomposant le sel ammoniac formé de volumes égaux d'ammoniaque et d'acide hydrochlorique, soit en employant celui qui résulte de l'union de 2 vol. d'ammoniaque et de 1 vol. d'acide hydrosulfurique, c'est-à-dire l'hydrosulfate ordinaire.

J'ai adopté le résultat tiré de l'analogie avec le chlore comme le plus probable. En appliquant cette hypothèse aux composés analysés par M. Berzelius, on trouvera que ces combinaisons deviennent plus simples et plus faciles à étudier.

On a d'abord, pour la composition de l'acide fluorique silicé :

	Observé.	Calculé.
Silicium.....	28,36	28,34;
Fluor.......	71,64	71,66.
	100.	100.

Le résultat calculé, l'a été d'après les poids d'atomes de fluor et de silicium admis précédemment ; le résultat observé est tiré des expériences de M. Berzelius.

En admettant un atome d'oxigène dans la silice, on simplifie beaucoup les résultats qu'il nous reste à éta-

blir. Si on voulait d'ailleurs adopter l'autre hypothèse, les transformations seraient faciles.

Lorsque l'acide fluorique silicé est mis en rapport avec l'eau, il éprouve une décomposition partielle qui a été étudiée par J. Davy et par M. Berzelius. Je n'entrerai pas dans le détail des expériences, je veux seulement montrer que, dans la manière de voir actuelle, les résultats deviennent bien plus faciles à suivre. On voit en effet que, d'après les observations de M. Berzelius, le tiers du silicium contenu dans le gaz se transforme en silice et se précipite. Il suit de là que si on prend trois atomes de fluorure de silicium, il y en a deux qui restent intacts et un qui donne de l'acide hydro-fluorique et de la silice en agissant sur l'eau. La silice se dépose, et les autres matières se combinent et donnent un hydro-fluate de fluorure de silicium, dans lequel chaque atome d'acide hydro-fluorique se trouve combiné à un atome de fluorure de silicium. La formule de ce composé est donc $fl\,H + Si\,fl^2$.

On suit mieux les phénomènes de cette réaction dans la formule suivante :

$$3\,Si\,fl^2 + \dot{H}^2 = \dot{S}i + (2\,fl\,H + 2\,Si\,fl^2).$$

Les sels qu'on a nommés *fluates doubles de silice*, c'est-à-dire ceux qu'on obtient en traitant l'hydro-fluate de fluorure de silicium par les bases, deviennent faciles à classer maintenant. Il est de toute évidence que l'acide hydro-fluorique et la base donnent un fluorure métallique et de l'eau. Ce fluorure se combine avec celui de silicium, et joue le rôle de base à son égard. Ces fluorures doubles ont la plus grande analogie avec les cyanures doubles.

La réaction de l'hydro-fluate de fluorure de silicium sur les bases, peut se calculer d'après la formule suivante :

$$4(flH + Sifl^{2}) + \ddot{R} = (Rfl^{4} + 4Sifl^{2}) + 2\dot{H}^{2},$$

c'est-à-dire qu'il en résulte des fluorures doubles, dans lesquels le florure de silicium contient nécessairement deux fois plus de fluor que l'autre. Cet énoncé suffit à tous les calculs. Prenons pour exemple le fluate de silice et de soude de Berzelius. En calculant son analyse comme fluorure de silicium et de sodium, on trouve :

	Observé.	Calculé.
Fluor.....	59,71	59,57 ;
Silicium...	15,11	15,71 ;
Sodium....	24,44	24,72.
	99,26	100.

On obtiendrait de semblables résultats du fluorure de silicium et de baryte que M. Berzelius a aussi examiné.

Je ne pousserai pas plus loin cette discussion, elle suffit pour établir les principales réactions du fluor, mais elle montre en même temps que si, sous beaucoup de rapports, ce corps semble se rapprocher du chlore et de l'iode, il en est d'autres par lesquels il se place à côté du soufre qui forme des sulfures doubles très-nombreux.

Mon but principal est de comparer les composés connus de bore avec ceux de silicium que je viens d'examiner.

Le bore est l'un des corps simples qui présente les

singularités les plus remarquables sous le rapport des proportions qu'il affecte dans ses combinaisons. Les chimistes n'ayant pu l'obtenir pur qu'en petites quantités, les expériences directes ne nous ont donné que des notions peu correctes. A la vérité, l'étude de quelques combinaisons de l'acide borique a conduit récemment M. Berzelius à des résultats d'une grande exactitude ; mais j'espère que les expériences dont je vais rendre compte établiront d'une manière moins équivoque les véritables relations de ce corps et de ses principaux composés.

Par la combustion du bore, M. Berzelius s'est assuré que ce corps absorbait environ deux fois son poids d'oxigène pour se transformer en acide borique. Ce dernier doit donc contenir au moins 66 pour 100 d'oxigène.

L'analyse du borax faite au moyen de l'excellent procédé de M. Arfwedson, lui a donné les résultats suivans :

Acide borique...	36,59 ;	
Soude.........	16,31 =	4,1715 oxigène ;
Eau...........	47,10 =	41,889 *id.*
Borax.........	100.	

L'oxigène de l'eau est évidemment dix fois plus fort que celui de la soude. Si l'on veut corriger la petite différence observée, il est clair que la correction, d'ailleurs très-faible, doit porter sur la soude dont la quantité sera à peine altérée, tandis que si on l'appliquait à l'eau, on aurait une différence plus sensible. D'après cela on a pour la composition du borax :

Acide borique...	36,5247	100 ;
Soude..........	16,3753	44,8336 ;
Eau...........	47,1000.	
Borax..........	100.	

Comme 44,8336 de soude contiennent 11,4684 d'oxigène, il faut admettre que les 100 parties d'acide que cette quantité de base sature, en renferment 68,81, c'est-à-dire six fois plus, car c'est le multiple qui se rapproche le plus des résultats obtenus par l'oxidation directe.

L'acide borique peut d'ailleurs se combiner avec les bases en des proportions très-variées, dont M. Berzelius cite les principaux exemples, d'après ses analyses et celles de M. Arfwedson. 100 parties d'acide saturent dans ces divers sels des quantités de base contenant :

5,734 d'oxig.	Bi-borate de potasse et de soude.
11,468 *id.*...	Borax et borate neutre d'ammoniaque.
17,202 *id.*...	Boracite et borate sesqui-basique d'ammoniaque.
22,93 *id.*...	Borate bi-basique de potasse (*par fusion*).
34,40 *id.*...	Borate tri-basique de soude (*par fusion*) et d'ammoniaque.

L'acide contenant 68,81 d'oxigène, on voit que celui-ci est un multiple par 12, 6, 4, 3 ou 2 de l'oxigène des bases contenues dans ces différens sels; et comme les composés les plus fréquens sont ceux dans lesquels l'oxigène de l'acide est un multiple par 6 ou par 12,

M. Berzelius en conclut que l'acide contient six atomes d'oxigène et 1 atome de bore.

L'acide borique, envisagé de cette manière, serait analogue à l'acide chrômique, le seul des acides connus dans lequel on ait supposé 6 atomes d'oxigène et 1 atome de radical. Mais il est probable que cette composition n'est vraie ni pour l'un ni pour l'autre de ces produits. Examinons en effet quelques composés de bore, et nous verrons bientôt que l'hypothèse admise ne saurait se soutenir.

En faisant passer du chlore sec dans un mélange incandescent de charbon et d'acide borique, j'ai obtenu un corps gazeux que j'ai reconnu bientôt pour le chlorure de bore correspondant à l'acide fluo-borique. Je n'avais aucun renseignement sur l'existence de ce gaz; M. Thenard, à qui je fis part de mon observation, m'engagea à la communiquer à l'Institut. Une note à ce sujet fut lue dans la séance du 15 mai 1826, et depuis imprimée dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Quelques jours après j'appris que M. Berzelius s'était occupé du bore dans son beau travail sur l'acide fluorique. Par mégarde sans doute la portion de son Mémoire relative à ce corps a été omise dans la traduction française; mais elle se trouve dans les Journaux anglais, où j'ai puisé les renseignemens qui précèdent. Dans le cours de ses expériences, M. Berzelius a soumis le bore à l'action du chlore sec, et il a formé de cette manière un composé gazeux tout-à-fait identique avec celui que j'ai obtenu moi-même. C'est donc à lui que la découverte en est due. Je passe maintenant à l'examen de ses propriétés.

J'ai cherché d'abord à reconnaître le rapport entre le chlorure de bore formé et l'oxide de carbone produit par la combinaison de l'oxigène de l'acide borique avec le carbone du mélange. J'ai cherché ensuite à déterminer la densité du chlorure de bore. Par un hasard fort singulier, j'ai trouvé dans mes premières expériences à-peu-près volumes égaux d'oxide de carbone et de gaz soluble dans l'eau. Je considérais ce dernier comme du chlorure de bore pur. Je trouvais en même temps la densité du gaz soluble de 3,42 par une moyenne de deux expériences. Ce qu'il y a de singulier dans ces résultats, c'est qu'ils conduisaient pour l'acide borique à une composition identique avec celle que MM. Gay-Lussac et Thenard lui avaient trouvée dans leurs recherches physico-chimiques, c'est-à-dire 33 pour 100 d'oxigène, tandis que M. Berzelius en admet 68 pour 100. En répétant et variant ces expériences, je ne tardai pas à trouver une cause d'erreur dont je n'avais pas tenu compte. C'est la formation d'une assez grande quantité d'acide hydrochlorique moyennant l'eau ou l'hydrogène du liége des bouchons, ce qui contribuait à la fois à augmenter la proportion du gaz soluble et à diminuer sa densité. Dans une expérience conduite avec un soin extrême, en faisant arriver très-lentement le courant de chlore, et après avoir eu soin de chauffer le tube de porcelaine tout monté pendant une heure avant d'y adapter l'appareil du chlore, j'ai pu saisir un instant où les gaz se sont dégagés dans leurs proportions réelles. Voici leur analyse :

	1re.	2e.	3e.	Moyenne.
Gaz examiné.....	176°	191°	185°	100°.
Chlorure de bore.	71°	76°	74°	40°,03.
Oxide de carbone.	105°	115°	111°	59°,97.

Avant de recueillir ces trois éprouvettes, l'air avait été complètement chassé ; mais il a été impossible de pousser plus loin la production du gaz, parce que les bouchons ont commencé à céder de l'hydrogène, ce qu'on a reconnu par l'augmentation progressive du gaz soluble dans l'eau. Le rapport de 2 : 3 qui est évident dans les analyses précédentes s'est alors dérangé, et les quantités respectives de gaz soluble et d'oxide de carbone sont devenues tout-à-fait irrégulières. Je ne présenterais pas ce résultat avec confiance, si l'expérience répétée plusieurs fois, ne m'avait donné des résultats semblables. Je regarde donc comme certain que l'action du chlore sur le mélange d'acide borique et de charbon donne 2 volumes de chlorure de bore et 3 volumes d'oxide de carbone.

Du reste, cette production d'acide hydrochlorique est indiquée par un phénomène constant : c'est le dépôt dans le trajet du gaz d'une quantité assez considérable d'acide borique.

L'appareil que j'emploie dans cette expérience est composé d'un tube de porcelaine contenant le mélange et chauffé au rouge. L'une de ses extrémités reçoit le chlore sec, l'autre porte une allonge, et celle-ci s'adapte à un tube recourbé qui plonge dans le mercure. Je chauffe pendant quelque temps le tube de porcelaine muni de ses bouchons, pour expulser l'humidité qui pourrait rester dans le mélange ou dans l'appareil.

Je fais ensuite arriver le chlore sec, et lorsque le courant de gaz a été bien établi et continué pendant un quart d'heure, j'adapte l'allonge et le tube recourbé. La partie inférieure de l'allonge se tapisse bientôt d'un dépôt blanc; ce même dépôt, sous forme de légers flocons, passe dans le tube et l'obstrue quelquefois. Il faut donc avoir des tubes prêts pour en changer au besoin. En examinant ce dépôt, on le trouve formé de beaucoup d'acide borique, d'un peu de chlorure d'aluminium et quelquefois d'une quantité plus ou moins grande de chlorure de fer, provenant sans doute des impuretés du charbon ou de l'acide. Or, comme l'une des propriétés essentielles du chlorure de bore consiste dans l'action qu'il exerce sur l'eau, au moyen de laquelle il se transforme en acide borique et hydrochlorique, il est clair que la présence de l'acide borique dans le dépôt indique une quantité proportionnelle d'acide hydrochlorique dans les gaz. Lorsque j'ai pris les mesures citées précédemment, il ne se formait aucun nuage dans l'allonge, ni dans le tube; mais il est impossible de conduire une opération pendant long-temps sans déterminer cette réaction d'une manière plus ou moins forte.

Après avoir bien éclairci toutes ces circonstances, j'ai repris la densité du chlorure de bore, et j'ai trouvé 3,34 pour la densité de la portion soluble du mélange pesé. Mais en faisant les corrections indiquées par les conditions mêmes de l'expérience, cette valeur change et devient bien plus forte. Voici comment j'ai opéré, soit dans l'expérience elle-même, soit dans le calcul.

J'ai employé un ballon dont la capacité était de $2^l,174$.
Plein d'air sec à 24° c. et $0^m,758$, il pesait. 283,750.
Vide avant l'introduction du gaz......... 281,250.
Plein du mélange gazeux................ 286,050.

Comme le poids de $2^l,174$ d'air sec, dans les circonstances citées, est de $2^g,584$, on trouve qu'il restait $0^g,084$ d'air dans le ballon avant l'introduction du gaz, et que le poids du mélange est de $4^g,884$.

J'ai ouvert le ballon sur l'eau, tous les gaz solubles ont disparu, et il est resté un résidu de $1^l,097$ contenant l'air et l'oxide de carbone. Voici les volumes de chaque gaz réduits à 0° c. et $0^m,76$ et les poids correspondans :

$0^l,065$ air atmosphérique.....	$= 0^g,084$;
1 ,032 oxide de carbone......	= 1 ,304;
0 ,306 acide hydrochlorique...	= 0 ,495;
0 ,586 chlorure de bore... ...	= 3 ,001.
$1^l,989$.....	$= 4^g,884$.

Ceci posé, l'on trouve $5^g,1212$ pour le poids du litre de chlorure de bore, et 3,942 pour sa densité comparée à l'air.

J'ai évalué la quantité d'acide hydrochlorique d'après la considération suivante. Abstraction faite de l'air, le ballon devait contenir $1^l,924$ de mélange gazeux. J'ai trouvé $1^l,032$ d'oxide de carbone, ce qui donne $0^l,892$ de gaz soluble. Mais la quantité d'oxide de carbone représente seulement $0^l,683$ de chlorure de bore; il y a donc eu formation d'acide hydrochlorique dans la préparation du gaz. Pour en évaluer la quantité, j'ai admis

qu'un volume de chlorure de bore devait fournir 3 volumes d'acide hydrochlorique, ce qui est indiqué par les observations que je vais examiner.

En effet, si par la réaction du charbon de l'acide borique et du chlore on obtient 2 volumes de chlorure de bore et 3 volumes d'oxide de carbone, et que, d'un autre côté, l'action du chlorure de bore sur l'eau donne naissance à de l'acide hydrochlorique et à de l'acide borique, il faut nécessairement établir les rapports suivans :

3 vol. oxide de carbone = { 1,5 vol. oxigène.
1,5 vol. vapeur de carbone. }

2 vol. chlorure de bore = { 3 vol. chlore.
1 vol. bore. }

Et le chlorure de bore, en agissant sur l'eau, donnera :

2 vol. chlorure de bore = { 3 vol. chlore + 3 hydrog.
= 6 vol. acide hydrochlor.
1 vol. bore + 1,5 oxig.
= acide borique. }

Ces rapports sont les seuls que l'on puisse établir, car le bore contenu dans les 2 volumes de chlorure a fourni le volume et demi d'oxigène qui se trouve dans l'oxide de carbone, et ne peut le reprendre en agissant sur l'eau que par l'influence de 3 volumes de chlore. Ces rapports sont donc nécessaires, et nous allons voir que l'expérience les confirme d'une manière évidente.

En effet, M. Berzelius ayant trouvé que l'acide borique contient 68,81 d'oxigène pour 100, si l'on admet avec moi que cet acide est formé de 2 volumes de bore et 3 volumes d'oxigène, on a $31,19 : 68,81 :: 2x : 300$,

d'où $x = 67{,}91$ poids de l'atome du bore. On trouve, d'après ce poids, 0,7487 pour la densité de la vapeur de ce corps.

D'après ces données, nous aurions pour le chlorure de bore :

3 vol. chlore........	= 7,410 ;
1 vol. bore.........	= 0,7487 ;
2 vol. chlorure de bore.	= 8,1587 ;
1 vol. *id*.............	= 4,0793.

La densité du chlorure de bore calculée serait donc 4,0793, ce qui diffère peu de 3,942 que l'expérience a donné, surtout si l'on tient compte des erreurs inévitables du procédé dont j'ai fait usage. La différence serait probablement plus forte si je n'avais mis dans l'expérience un soin minutieux qui me donne quelque confiance dans le résultat, en dépit des difficultés qu'il y avait à éluder.

Divers procédés se présentent à l'esprit pour obtenir pur le chlorure de bore; mais aucun ne m'a réussi.

J'ai chauffé de l'acide borique pulvérisé avec de l'acide sulfurique concentré, et j'ai projeté dans le mélange des fragmens de sel marin fondu : il ne s'est dégagé que du gaz acide hydrochlorique.

J'ai chauffé au rouge blanc, dans une cornue en porcelaine, un mélange de sel marin et d'acide borique préalablement fondu : il s'est dégagé quelques bulles d'acide hydrochlorique, et après plusieurs heures d'un feu soutenu, j'ai laissé refroidir la cornue dans laquelle j'ai retrouvé l'acide et le sel séparés en deux couches très-distinctes. Si la réaction pouvait avoir lieu, cette

circonstance ne devrait point s'y opposer, car elle s'effectuerait au point de contact des deux couches.

J'ai chauffé jusques à fusion complète, dans une cornue de verre, un mélange de quatre parties bi-sulfate de potasse fondu, de deux de sel marin fondu et d'une d'acide borique également fondu. Je n'ai obtenu que du chlore et de l'acide sulfureux chargés de vapeurs d'acide sulfurique anhydre. Je ne crois pas qu'il se soit produit de chlorure de bore. Mais, dans tous les cas, ce procédé ne pourrait être d'aucune utilité.

Les résultats fournis par le chlorure de bore sont pleinement confirmés par ceux que l'on obtient en examinant l'acide fluo-borique. Voici ce que j'ai observé relativement à sa densité :

302,681 poids du ballon vide ;
306,608 *id.* plein d'air sec ;
311,762 *id.* plein d'acide fluo-borique ;

d'où l'on tire 2,3124 pour la densité de ce gaz. M. John Davy avait trouvé 2,3709, mais il n'a pas tenu compte de la présence de l'acide fluorique silicé dans le gaz qu'il a pesé. Celui que j'ai employé, étant traité par l'eau, ne laissait précipiter que de l'acide borique.

Si l'on observe, d'un autre côté, que l'acide borique et l'acide hydro-fluorique se transforment, par leur action mutuelle, en eau et en acide fluo-borique, on doit avoir :

1 vol. bore......		1 vol. bore.
1,5 oxigène.....		3 vol. fluor.
—	qui produisent	—
3 vol. fluor......		3 vol. vapeur d'eau.
3 vol. hydrogène.		
—		

L'acide fluo-borique doit être composé, d'après cela de 3 volumes de fluor et de 1 vol. de bore. Or,

$$\begin{aligned} 3 \text{ vol. fluor} &= 3{,}8664; \\ 1 \text{ vol. bore} &= 0{,}7487; \\ \hline & 4{,}6151; \end{aligned}$$

et $\frac{4,6151}{2} = 2{,}3075$, ce qui s'accorde avec le résultat observé.

En définitive, le gaz acide fluo-borique contient demi-volume de bore et un volume et demi de fluor.

En comparant les résultats que je viens d'énumérer relativement au silicium et au bore, on voit que si l'analogie qu'on a voulu établir entre ces corps et le carbone est fondée, les composés qu'ils forment doivent se rapporter à des combinaisons de carbone différentes.

La silice paraît contenir un ou deux atomes d'oxigène, et elle se rapproche de l'acide carbonique.

L'acide borique paraît formé de 1 ou 2 volumes de bore et de 3 d'oxigène, et dans ce cas il se rapporterait à l'acide oxalique.

Ces analogies ne pourront être solidement établies que par une comparaison attentive des silicates et des carbonates, des borates et des oxalates. Je n'ose point encore adopter d'opinion positive à ce sujet, convaincu, comme je l'ai déjà fait observer, que nous manquons dans beaucoup de cas des données nécessaires pour appuyer ces sortes de rapprochemens.

Je terminerai ce Mémoire par une comparaison des chlorures d'étain et de titane. J'ai trouvé dans ces deux composés les mêmes volumes de chlore condensés de

la même manière. Cette ressemblance confirme le rapprochement que M. Mitscherlich a indiqué entr'eux.

Etain. La liqueur de Libavius attaque toujours le mercure, mais ce n'est point par un excès de chlore dissous qu'elle agit sur ce corps, c'est en passant à l'état de proto-chlorure d'étain, et donnant naissance à du proto-chlorure de mercure. Comme cette réaction, qui semblerait devoir être générale, se borne pourtant à de très-petites quantités, j'ai fait l'expérience dans l'appareil de M. Gay-Lussac. En la répétant, j'ai obtenu des résultats presque identiques; et dans celle que je rapporte ici, l'altération du mercure n'était sensible que par une très-légère pellicule qui en recouvrait la surface; je présente avec la plus parfaite confiance le résultat que j'ai obtenu, quoique cette légère altération rende la densité trouvée un peu trop forte.

La liqueur de Libavius bout à 120° c., sous la pression de $0^m,767$.

Voici les données et les résultats de l'expérience :

$2^g,352$ liqueur de Libavius.	$0^m,759$ barom.
322 centim. cub. vapeur.	26° C. temp.
$0^m,079$ colonne de mercure.	
124°c. température de la vapeur.	

$11^g,9514$ poids du litre.

9,1997 densité de la vapeur.

En partant du poids de l'atome donné par M. Berzelius 1470,58, on trouve 16,215 pour la densité de la vapeur d'étain. Nous devons donc avoir :

1 vol. vapeur d'étain	= 16,215 ;
8 vol. chlore	= 19,760.
	35,975.

Or, $\frac{35,975}{4}$ = 8,993, résultat très-rapproché de celui que l'on a obtenu, mais qui suppose un genre de combinaison peu probable, celui de 8 vol. de chlore et 1 vol. de vapeur d'étain condensés en 4. En réduisant le poids de l'atome d'étain à la moitié, la difficulté resterait presque la même, car on aurait 4 vol. de chlore et 1 vol. de vapeur d'étain condensés en 2. Je pense donc qu'il faut réduire au quart le poids d'atome de M. Berzelius; il devient ainsi 367,64, et la densité de la vapeur d'étain se trouve égale à 4,053. On a dans cette hypothèse pour le perchlorure d'étain :

1 vol. vapeur d'étain	= 4,053 ;
2 vol. chlore	= 4,940.
1 vol. perchlorure d'étain	= 8,993.

Le peroxide d'étain contiendrait, d'après cela, 1 at. d'étain et 1 at. d'oxigène $St + O$, et le protoxide 2 at. d'étain et 1 at. d'oxigène $St^2 + O$.

Titane. L'analogie entre le titane et l'étain établie par M. Mitscherlich d'après l'isomorphisme de leurs oxides naturels, et développée par M. Rose dans ses expériences sur le titane, me conduisit à tenter quelques essais pour me procurer le chlorure de titane. J'employai d'abord de l'oxide de titane très-pur, et j'obtins par ce moyen du chlorure de titane parfaitement pur aussi. L'oxide mêlé d'un quart en poids de charbon bien sec, était chauffé au rouge dans un tube en porcelaine, traversé

par un courant de chlore sec. Dans le ballon et l'allonge adaptés au tube, on vit se condenser dès les premiers instans de l'expérience, un liquide blanc, excessivement fumant à l'air, et très-volatil. C'était le chlorure de titane. Ces propriétés indiquaient assez qu'on pourrait aisément le séparer du perchlorure de fer, et par conséquent qu'il serait facile de le préparer en abondance au moyen de l'oxide naturel de titane. En effet, en mêlant cet oxide pulvérisé de 1 quart ou de 1 tiers de son poids de charbon, et en opérant comme pour l'oxide pur, on obtint dans l'allonge et le ballon beaucoup de chlorure de fer qui s'attacha aux parois des vases, et beaucoup de chlorure de titane liquide qu'on put séparer presque pur par décantation. Il contenait encore cependant un peu de chlorure de fer, mais celui-ci n'était point dissous : il était sous forme de paillettes qui se déposaient par le repos.

Ainsi obtenu, le chlorure de titane n'est jamais d'un blanc parfait, son odeur indique la présence du chlore libre, et sa couleur jaunâtre fortifie ce soupçon. Enfin, quand on le dissout dans l'eau, celle-ci renferme de l'hydro-chlorate de titane ordinaire, et en outre du chlore dissous qui blanchit le papier de tournesol.

On le purifie aisément en l'agitant avec de petites quantités de mercure et le distillant deux ou trois fois dans de petites cornues où l'on a placé un peu de ce métal. On l'obtient alors d'une blancheur et d'une transparence parfaites. Il n'agit plus sur le mercure, et en agissant sur l'eau, il donne de l'hydro-chlorate sans excès de chlore.

M. E. S. George a fait connaître (*Annales de Philosophie*, 1825, p. 18) un chlorure de titane préparé par l'action directe du chlore sur le métal chauffé. Ce chlorure, qui ressemble sous plusieurs rapports à celui que je viens de décrire, serait pourtant, d'après lui, un perchlorure capable de fournir un hydrochlorate ordinaire en perdant la moitié de son chlore sous l'influence de l'eau. Je n'ose rien affirmer à cet égard. Lorsque le mien contenait du chlore en excès, il était jaune, possédait l'odeur de chlore et en abandonnait beaucoup par l'action de l'eau. Mais par des distillations successives, même sans mercure, son odeur de chlore et sa couleur jaune s'affaiblissaient considérablement.

Le chlorure de titane blanc bout à 135° c., sous la pression de 0m,763. Sa densité est plus grande que celle de l'eau.

Voici les résultats et les données de l'expérience relative à la densité de sa vapeur :

8g,881 poids du litre.
6,836 densité du chlorure de titane.

1g,821 chlorure de titane. 344 centim. cub. vapeur. 143° C. température de la vapeur. 0m,060 colonne intre de mercure.	0m,756 barom. 27° C. temp.

M. Rose a déterminé le poids de l'atome du titane principalement en transformant le sulfure en oxide par sa combustion dans l'air. Il a conclu de ses expériences que ce poids était 778,2. On le réduirait à 764,6 si l'on employait dans le calcul 200 pour l'atome de

soufre au lieu de 201,16. Ce dernier poids donne 8,430 pour la densité de la vapeur de titane ; mais cette détermination suppose 4 atomes d'oxigène dans l'oxide ; il y en aura donc 8 de chlore dans le chlorure correspondant, d'où l'on tire :

1 vol. vapeur de titane	= 8,430 ;
8 vol. chlore	= 19,760.
	28,190.

Mais $\frac{28,190}{4} = 7,047$, résultat très-rapproché du précédent. On aurait donc, comme pour l'étain, 9 vol. condensés en 4. Par les mêmes raisons que pour ce métal, je réduis le poids de l'atome au quart, il devient ainsi 191,15 : la densité de la vapeur de titane est alors 2,107 ; l'acide titanique ou l'oxide blanc de titane contient 1 at. métal et 1 at. oxigène. Quant au chlorure, il est formé de

1 vol. vapeur de titane	= 2,107 ;
2 vol. chlore	= 4,940.
1 vol. chlorure de titane	= 7,047.

Il serait indispensable de faire de nouvelles recherches sur le poids de l'atome de titane pour fixer l'opinion des chimistes sur le choix à faire entre les résultats de M. Rose et les miens. L'analyse du chlorure de titane offre un moyen très-exact à cet égard. Je n'ai pas eu le temps de m'en occuper.

Je ne pourrai tirer des faits contenus dans ce Mémoire des conclusions assurées qu'après avoir déterminé directement la densité du soufre, du phosphore,

de l'arsenic, du sélénium et du potassium. Je m'occupe de ces expériences, et j'en ferai connaître prochainement les résultats. Ils fixeront peut-être le point de vue sous lequel il convient d'envisager la loi de M. Gay-Lussac, sur les combinaisons de l'ammoniaque, et celle de MM. Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques.

Je ferai connaître ensuite le résultat de mes expériences sur un certain nombre de chlorures métalliques, parmi lesquels je me borne à citer aujourd'hui un chlorure de manganèse très-volatil, correspondant à l'acide manganésique. J'espère qu'en réunissant toutes ces données je pourrai sinon atteindre mon but, du moins en approcher autant que le permet l'état de la science.

Je dois observer, avant de terminer ce Mémoire, que M. Dulong se propose depuis long-temps de déterminer directement la densité de la vapeur du soufre. Il a eu la bonté de me donner connaissance de l'appareil qu'il destine à cette expérience. Il diffère entièrement de celui que j'ai décrit plus haut, et je n'aurais pas compris néanmoins ce corps dans la liste de ceux dont je me propose d'entretenir l'Académie, s'il ne m'avait offert des particularités imprévues qui rendront peut-être impraticable l'expérience de M. Dulong.

Je joins ici le tableau des densités que j'ai observées directement, et j'ai cru pouvoir y réunir celles que j'en ai déduites pour quelques corps simples. J'observe de nouveau cependant que je n'attache pas une grande valeur à ces inductions. Nous sommes bien éloignés encore de l'époque où la chimie moléculaire pourra se diriger par des règles certaines, malgré les avantages

immenses que cette partie de la philosophie naturelle a retirés des travaux de MM. Gay-Lussac, Berzelius, Dulong et Petit, Mitscherlich, ainsi que des vues théoriques de MM. Ampère et Avogadro. L'activité singulière de M. Berzelius et le bon esprit des chimistes dont il a enrichi l'Allemagne pourraient cependant faire espérer sur ce sujet important une révolution prochaine et durable.

Table de la Densité des vapeurs et des gaz examinés dans ce Mémoire, et poids du litre à 0° c. et 0m,76.

NOM du corps.	DENSITÉ observée.	DENSITÉ calculée.	POIDS du litre observé.
Vapeur d'iode	8,716	8,6118	11,323
Id. de mercure	6,976	6,9783	9,0625
Proto-chlorure de phosphore	4,875	4,8076	6,3532
Hydrogène arséniqué	2,695	2,695	3,5023
Proto-chlorure d'arsenic	6,3006	6,2969	8,1852
Chlorure de silicium	5,9390	5,9599	7,7154
Acide fluorique silicé	3,600	3,5973	
Chlorure de bore	3,942	4,0793	5,1212
Acide fluo-borique	2,3124	2,3075	
Perchlorure d'étain	9,1997	8,993	11,9514
Perchlorure de titane	6,836	7,047	8,881
Vapeur de phosphore	......	2,2052	
Id. d'arsenic	......	5,1839	
Id. de silicium	......	1,0197	
Id. de bore	......	0,7487	
Id. d'étain	......	4,053	
Id. de titane	......	2,107	

Résumé *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1826.

Tableau *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Températures moyennes.	Température moyenne de 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	État moyen de l'hygrom. de Saussure à 3 heures après midi.
Janvier.	— 1°,7	— 2°,6	12°,161	..
Février.	+ 6,4	+ 5,5	12,165	..
Mars.	+ 7,4	+ 7,4	12,170	..
Avril.	+ 10,2	+ 11,1	12,174	..
Mai.	+ 12,6	+ 13,4	12,170	66°
Juin.	+ 18,8	+ 20,4	12,182	61
Juillet.	+ 20,7	+ 22,8	12,171	63
Août.	+ 21,2	+ 22,8	12,171	62
Septemb.	+ 17,1	+ 17,4	12,170	71
Octobre.	+ 13,4	+ 13,0	12,170	73
Novemb.	+ 5,4	+ 4,8	12,168	84
Décemb.	+ 5,8	+ 5,1	12,171	96
Moyenn.	+ 11,44	+ 11,75	12,170	..

Tableau *des* maxima *et des* minima *moyens du thermomètre centigrade, en* 1826.

NOMS DES MOIS.	MINIMUM moyen.	MAXIMUM moyen.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	— 3°,8	+ 0°,5	4°,3
Février.	+ 3,4	+ 9,4	6,0
Mars.	+ 3,4	+ 11,3	7,9
Avril.	+ 6,2	+ 14,1	7,9
Mai.	+ 8,4	+ 16,9	8,5
Juin.	+ 13,7	+ 23,8	10,1
Juillet.	+ 15,8	+ 25,7	9,9
Août.	+ 16,1	+ 26,3	10,2
Septembre.	+ 12,8	+ 21,3	8,5
Octobre.	+ 9,9	+ 16,8	6,9
Novembre.	+ 3,3	+ 7,4	4,1
Décembre.	+ 4,4	+ 7,2	2,8

Tableau *des variations extrêmes du thermomètre centigrade, pendant chaque mois de l'année* 1824.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 8°,1	— 11°,8	19°,9
Février.	+ 13,6	— 2,9	16,5
Mars.	+ 20,4	— 2,0	22,4
Avril.	+ 23,2	— 1,0	24,2
Mai.	+ 24,8	+ 2,5	22,3
Juin.	+ 33,1	+ 8,7	24,4
Juillet.	+ 33,5	+ 11,8	21,7
Août.	+ 35,5	+ 9,8	25,7
Septembre.	+ 25,6	+ 8,5	17,1
Octobre.	+ 21,7	+ 2,8	18,9
Novembre.	+ 12,8	— 3,5	16,3
Décembre.	+ 13,5	— 0,6	14,1

Tableau *des plus grandes variations que le thermomètre centigrade ait éprouvées en vingt-quatre heures, dans chacun des mois de l'année* 1826.

NOMS DES MOIS.	PLUS GRANDE VARIATION EN UN JOUR.
Janvier.	8°,5
Février.	9,5
Mars.	13,5
Avril.	17,2
Mai.	15,4
Juin.	15,6
Juillet.	17,8
Août.	17,2
Septembre.	13,7
Octobre.	12,2
Novembre.	8,0
Décembre.	4,3.

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1826.

(Toutes les hauteurs sont réduites à 0° de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	759,11	758,68	758,45	758,56
Février.	761,11	760,78	760,21	760,38
Mars.	757,45	757,23	756,83	757,05
Avril.	758,42	757,96	757,50	758,12
Mai.	755,70	755,36	754,67	754,96
Juin.	761,22	760,85	760,30	760,78
Juillet.	756,61	756,30	755,72	755,97
Août.	757,07	756,56	755,95	756,29
Septem.	755,46	755,19	754,58	755,39
Octobr.	756,78	756,48	755,87	756,54
Novem.	753,58	753,31	752,67	752,37
Décem.	756,42	756,17	755,73	755,32
Moyen.	757,41	757,07	756,54	756,89

En examinant attentivement la table qui précède, le lecteur verra que la période barométrique, c'est-à-dire le mouvement descendant du mercure le matin et le mouvement ascensionnel du soir, se sont manifestés, sans exception, pendant tous les mois de l'année 1826. J'avais eu l'intention de publier ici la valeur moyenne de l'oscillation diurne correspondante aux diverses saisons, d'après les dix années d'observations que nous avons insérées dans les *Annales*, comme aussi de donner pour Paris l'influence numérique des différens vents sur les hauteurs barométriques; quoique mes calculs soient achevés, le défaut d'espace m'oblige de les renvoyer à un autre Cahier. Je profiterai alors de l'occasion pour présenter, sous un même point de vue, l'ensemble de toutes les valeurs graduellement décroissantes qu'on a trouvées pour l'oscillation diurne, entre l'équateur et le 74e parallèle; je montrerai également dans quelles localités, abstraction faite de la latitude, cette oscillation s'amoindrit; dans quelles positions, comme au Saint-Bernard, par exemple, elle est tout-à-fait nulle. Ayant réuni, avec l'aide de

plusieurs de mes amis, une assez grande variété d'observations comparables pour que je puisse espérer de lever complètement les doutes des physiciens sur la vraie valeur de la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer dans différens climats, je me propose de publier, dans le même Cahier, les déterminations que j'ai obtenues à ce sujet; si, enfin, l'expérience ne signale pas quelque difficulté imprévue, je montrerai qu'en apportant une légère modification à la construction des baromètres ordinaires, on se mettra désormais entièrement à l'abri des dérangemens que ces instrumens éprouvent, soit dans le transport, soit par une infiltration graduelle de l'air extérieur, soit enfin par le dégagement de celui que le liquide peut renfermer. Ce changement, qui consiste, tout simplement, à rendre le tube de verre mobile afin qu'on ait la faculté d'augmenter ou de diminuer à volonté et dans des rapports connus la capacité de la chambre barométrique, permettra même, si je ne me trompe, de porter en voyage le mercure à part, et de n'en remplir le tube qu'au moment de l'expérience, *sans soumettre ce liquide à aucune ébullition*. Il est facile en effet de concevoir que si on fait une observation dans un certain état de la chambre barométrique, et qu'on la répète aussitôt, après avoir réduit la capacité de cette chambre au dixième de sa valeur primitive, la petite quantité d'air sec qui pourra s'y trouver, produira tout juste dix fois plus d'effet dans la seconde observation que dans la première. La différence des deux hauteurs, divisée par neuf, sera donc ce qu'il faudra ajouter à la première pour la ramener à ce qu'on aurait trouvé avec un baromètre entièrement purgé d'air. Je m'abstiendrai ici de plus amples détails; le lecteur remarquera seulement que si ce procédé réussit, comme tout le fait espérer, les voyageurs n'auront plus à craindre les ruptures des baromètres, puisqu'ils pourront transporter le mercure dans une fiole en fonte de fer, construire le tube lui-même en fer forgé, réduire toute la partie fragile de l'instrument à un cylindre de verre épais de 8 ou 10 centimètres de long, qui ne se vissera sur le tube en fer qu'au moment de l'observation, et qu'on renfermera immédiatement après dans un étui semblable à ceux des thermomètres et assez court pour être placé dans la poche d'un habit.

Tableau *de la quantité de pluie qu'on a recueillie en 1826 à l'Observatoire royal, tant sur la terrasse que dans la cour.*

(La différence de niveau des deux récipiens est de 28 mètres.)

NOMS des Mois.	PLUIE sur la terrasse, en centimètres.	PLUIE dans la cour, en centimètres.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	3,525	3,645	5
Février.	4,005	4,590	11
Mars.	0,9[illegible]0	1,265	9
Avril.	2,870	3,490	10
Mai.	4,040	4,470	12
Juin.	2,215	2,285	5
Juillet.	2,855	3,110	10
Août.	4,435	4,819	10
Septembre.	3,060	3,365	11
Octobre.	4,305	4,830	13
Novembre.	4,090	5,955	14
Décembre.	4,575	5,385	19
Totaux.	40,955	47,209	129

Etat *des crues de la Seine en 1826, observées au pont de la Tournelle.*

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM DE HAUTEUR.	MINIMUM DE HAUTEUR.
Janvier.	2^{m},23, le 8.	0^{m},80, le 31.
Février.	2,21, le 28.	0,80, le 1er.
Mars.	2,25, le 1er.	0,82, le 30.
Avril.	0,89, le 1er.	0,46, le 25.
Mai.	1,09, le 6.	0,55, le 30.
Juin.	0,64, le 1er.	0,11, le 30.
Juillet.	0,14, le 3.	— 0,01, le 21.
Août.	0,01, le 1er.	— 0,12, le 26.
Septembre.	0,15, le 10.	— 0,11, le 1er.
Octobre,	0,70, le 16.	0,00, le 1er.
Novembre.	1,89, le 18.	0,50, le 3.
Décembre.	2,80, le 10.	1,18, le 31.

L'eau moyenne, en 1826, a été de 0^{m},77 au-dessus du zéro de l'échelle

ETAT *des vents, à Paris, en* 1826.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	8	5	7	3	6	1	..	1
Févr.	..	..	3	3	10	5	4	3
Mars.	9	2	4	3	4	4	2	3
Avril.	5	2	2	..	4	2	7	8
Mai.	17	..	1	2	2	2	3	4
Juin.	13	2	3	2	3	1	3	3
Juill.	6	1	1	3	1	8	8	3
Août.	3	0	3	2	5	5	9	4
Sept.	3	3	2	1	9	5	6	1
Oct.	3	0	3	4	6	4	9	2
Nov.	9	2	0	1	7	2	8	1
Déc.	5	1	3	1	6	7	5	3
Som.	81	18	32	25	63	46	64	36

ETAT *du ciel, à Paris, en* 1826.

Il y a eu, cette année, à Paris :

129 jours de pluie;
7 jours de neige;
4 jours de grêle ou grésil;
51 jours de gelée;
11 jours de tonnerre;
173 jours durant lesquels le ciel a été presque entièrement couvert.

TACHES SOLAIRES EN 1826.

Nous allons donner, comme à l'ordinaire, le catalogue des taches solaires qu'on a aperçues à Paris dans l'année. Les physiciens auront ainsi les moyens de rechercher si ces taches ont quelque influence appréciable sur les températures terrestres. Il serait facile de prouver, en comparant seulement les dates, que plusieurs des taches observées dans cer-

tains mois, étaient des taches déjà signalées précédemment, et ramenées à plusieurs reprises dans l'hémisphère visible par le mouvement de rotation du soleil. Je n'ai pas cru devoir entrer ici dans des détails de ce genre, afin qu'on ne se méprît point sur le but que nous nous proposons d'atteindre en publiant ce catalogue. Ils ne figurent, je dois le répéter, dans nos résumés annuels, qu'à titre d'élément météorologique et à cause de l'importance qu'ils pourraient acquérir si les opinions d'Herschel sur les influences thermométriques des taches se confirmaient.

Janvier. Il y avait, le 4, à midi, deux grandes taches noires vers le bord oriental du soleil; elles étaient entourées de facules. On apercevait aussi une tache semblable, mais de moindres dimensions, un peu plus loin du même bord. Le 7, on voyait un groupe de taches noires dans le voisinage du centre et une tache très-étendue près du bord oriental. Le 9, à midi, on remarque sur le disque solaire quatre fortes taches au milieu d'un certain nombre de facules et de petits points noirs : c'est le groupe du 7 qui a changé de position et de forme. La grande tache du même jour est encore visible au milieu d'une large pénombre; une petite tache s'est formée à côté.

Février. Le 26, à midi, une grosse tache entourée de plusieurs petites, se voyait près du bord oriental du soleil.

Mars. Le 5, à midi, on voit deux groupes de taches; le premier, peu remarquable, passera bientôt dans l'hémisphère invisible; l'autre se compose d'une grosse tache noire, irrégulière, renfermée dans une large pénombre, et d'une multitude de taches fort petites.

Le 7, la grosse tache noire s'était partagée en trois; elle employait 2″,2 à traverser le fil horaire, ce qui montre qu'elle avait un diamètre près de deux fois aussi grand que celui de la terre. Le diamètre réel de la pénombre était de plus de 12000 lieues. Au-delà du contour noir et *bien tranché* de la pénombre, se trouvait une traînée d'une quinzaine de petites taches; puis venaient deux taches assez grandes : le tout embrassait une longueur égale à douze diamètres terrestres. Indépendamment de ce groupe, on voyait dans la partie inférieure du disque, très-près du bord occidental, quatre petits points noirs entourés de beaucoup de facules. Le 8, à midi, il s'était formé au-dessus de la grande pénombre, une pénombre nouvelle avec une partie noire à son

centre. Le 9, la grande tache se composait de quatre noyaux distincts; les dernières taches de la traînée s'étaient réunies en un noyau assez considérable. Le 10, une tache nouvelle commença à se montrer sur le bord oriental; sa pénombre elliptique était plus large et plus claire vers le bord que du côté du centre. Le 11, la tache de la veille et celle du 7 se voyaient encore très-bien; la traînée était à peine perceptible. Le 12, la grande tache du 7 commençant à s'approcher du bord occidental, des facules se montrèrent tout autour. Le 13, elles étaient devenues très-apparentes. Pendant la nuit du 14 au 15, la tache et les facules passèrent dans l'hémisphère invisible. Le 16, il s'était formé près du centre du soleil dix petites taches très-rapprochées les unes des autres; une tache *isolée* se voyait beaucoup plus haut. Le 17, à midi, outre les groupes de la veille, on apercevait près du bord oriental une grande tache noire entourée d'une pénombre tranchée et moins large vers le centre que du côté opposé; entre la tache et le limbe solaire il y avait des facules bien distinctes. Le 18, la tache isolée du 16 s'était évanouie; le groupe employait 9″ à traverser le fil horaire, ce qui correspond à environ 8 diamètres terrestres; l'espace compris entre la grande tache et le bord du soleil était rempli de facules; la tache qui se montra le 10 dans la région orientale du soleil, se voyait encore. Le 28, à midi, il existait sous le diamètre horizontal du soleil et très-près du bord occidental, une tache entourée de beaucoup de facules. Le 30, une assez belle tache noire se montra sur le bord oriental du soleil, au milieu d'une pénombre très-sensible; l'espace qui la séparait de ce bord était rempli de facules.

Avril. Le 1er, à midi, une petite tache s'était formée audessous de la grande du 30 mars; celle-ci se voyait parfaitement; entre son bord à celui du soleil il y avait beaucoup de facules; la pénombre était évidemment plus noire sur le contour extérieur que près du noyau.

Mai. Le 11, à midi, il existait entre le bord occidental du soleil et son centre, une large pénombre au milieu de laquelle on remarquait trois noyaux très-noirs; le tout était suivi d'une traînée de petites taches; le 15, ce groupe avait passé dans l'hémisphère invisible. Le 16, à midi, un groupe de taches se voyait vers le bord oriental du soleil; quatre d'entr'elles paraissaient assez grandes. Le 18, on aperçut une nouvelle tache fort belle qui s'était dégagée depuis peu du bord oriental; une large pénombre l'enveloppait; de

nombreuses et brillantes facules, comme à l'ordinaire, se montraient près du limbe; cette tache était encore visible le 24.

Juin. Le 13, à midi, on voyait une petite tache isolée sur le diamètre horizontal vers l'occident, et un petit groupe au-dessus. Le 14, on apercevait de plus une grande tache qui commençait à se dégager de dessous le bord oriental; le 15, à midi, la tache isolée avait disparu; le groupe allait disparaître; la tache du 14 s'était avancée; sa pénombre, bien terminée, paraissait plus large vers le bord que du côté du centre; de nombreuses facules suivaient. Le 25, à midi, cette grande tache se voyait encore, mais elle était très-près du bord occidental; deux groupes de nouvelles taches assez petites s'étaient formés depuis la veille, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du diamètre horizontal; les jours suivans, ces taches grossirent. Le 27, à midi, on découvrit sur le soleil, dans la région orientale et au milieu de beaucoup de brillantes facules, deux groupes de taches qui n'existaient pas la veille; une grande tache noire se dégageait en même temps de l'hémisphère opposé; sa pénombre était bien sensible du côté du bord; vers le centre on n'en voyait pas de traces; il y avait un grand nombre de facules aux environs; le 29, à midi, les deux groupes du 27 s'étaient réduits à une seule petite tache isolée; la pénombre de la grande tache se voyait alors tout autour du noyau, mais sa largeur était deux fois plus grande vers le bord que du côté du centre.

Juillet. Le 1er, à midi, outre les deux groupes du 25, alors très-près du bord occidental du soleil, la grande tache du 27 et la seule petite tache qui fût restée des deux groupes du même jour, on découvrit près du centre une petite tache isolée dont il n'y avait pas de traces la veille. Le 7, à midi, on voyait une très-grosse tache près du bord oriental, au sud du centre; de petites taches et des facules la suivaient; la grande tache du 27 était toujours bien apparente.

Août. Le 8, on voyait deux taches noires assez grandes dans la partie australe du soleil; elles étaient presque sous le même parallèle; deux taches extrêmement petites suivaient la seconde. Le 28, à midi, il y avait une fort belle tache près du bord oriental, précédée de deux taches de dimensions beaucoup moindres.

Septembre. Le 21, à midi, on aperçut trois taches assez grandes, qui se touchaient presque, renfermées dans une

même pénombre, très-près du bord oriental du soleil; cette pénombre et les taches qui la précédaient étaient entourées de facules. Le 22, à midi, il n'y avait plus que deux noyaux dans la grande tache de la veille; un nouveau groupe de petites taches et de facules suivait; on découvrait encore une petite tache isolée près du bord inférieur. Le 29, à midi, les trois noyaux du 21 ne formaient plus qu'une seule tache noire une fois et demie plus large que la terre; le diamètre de la pénombre était trois fois et demie celui de notre globe; une longue tache noire, placée au milieu de beaucoup de facules, venait de dépasser le bord oriental du soleil.

Octobre. Le 4, à midi, on voyait vers le centre du disque une tache très-longue et très-étroite (c'était probablement celle du 29); quatre groupes de petites taches la suivaient. Le 21, à midi, on aperçut un nouveau groupe de taches, composé de plusieurs noyaux très-noirs entourés d'une forte pénombre.

Novembre. Vers le milieu de ce mois, il y avait sur le disque solaire, au-dessous du diamètre horizontal, un groupe de taches dans lequel on apercevait plusieurs noyaux très-rapprochés les uns des autres et de fortes pénombres; beaucoup de taches de moindres dimensions suivaient les premières.

Décembre. Le 3, à midi, on apercevait trois groupes de taches. Le 11, on voyait trois grandes taches entourées de facules, très-près du bord occidental, et une grande tache à-peu-près ronde au milieu d'une pénombre intense, vers le centre. Le 25, à midi, il y avait entre le centre et le second bord du soleil, au-dessus du diamètre horizontal et parmi beaucoup de facules, deux petites taches noires; au-dessous une belle tache; plus bas encore, une tache fort belle aussi, précédée d'un grand nombre de petites; une quatrième tache enfin se trouvait entre le centre et le bord occidental. Le 28, à midi, on remarque que les deux petites taches observées le 25 au-dessus du diamètre horizontal se sont évanouies; quatre grandes taches et beaucoup de petites ont succédé aux deux grandes qui, le 25, étaient placées au sud du centre: la quatrième tache a disparu; mais deux taches nouvelles, l'une petite, l'autre très-belle, se montrent sur le bord oriental; la grande est entourée de facules; sa pénombre, assez large vers le bord, est à peine sensible du côté opposé; enfin un groupe de taches noires très-peu étendues s'est nouvellement formé vers le centre du soleil.

TREMBLEMENS DE TERRE.

Les tremblemens de terre sont-ils aussi fréquens et aussi intenses de nos jours que dans les siècles passés? Dans quelles saisons les ressent-on plus particulièrement? D'abondantes pluies ou de longues sécheresses peuvent-elles les amener? Quelles sont les régions de la terre les plus exposées à ces phénomènes? Y a-t-il certaines zones dans lesquelles les secousses se propagent plus difficilement que dans d'autres? Est-il vrai, comme on l'a prétendu, qu'un tremblement de terre puisse être assez intense pour occasionner des dégats considérables dans une série de lieux placés suivant une direction donnée, et n'avoir cependant aucune force dans des points intermédiaires? Ces questions et une multitude d'autres que je pourrais ajouter, seraient depuis long-temps résolues, si les météorologistes avaient pris la peine de former annuellement un tableau de toutes les secousses dont les Gazettes font mention. Pour remplir cette lacune, j'ai inséré dans les *Annales* depuis 1817, les notices dont j'avais eu personnellement connaissance, quoique je ne me dissimulasse pas combien mes catalogues devaient être incomplets; mais je comptais que l'attention étant une fois éveillée sur cet objet, les amis des sciences me donneraient les moyens de faire mieux. Ces espérances se sont complètement réalisées. Deux savans Italiens distingués, M. Pistolesi, secrétaire de l'Académie de Livourne, et M. Paoli de Pesaro, ont eu l'obligeance de m'adresser deux catalogues où j'ai puisé les élémens de divers supplémens que je présente aujourd'hui aux lecteurs.

Supplément à la liste déjà publiée des Tremblemens de terre de 1818.

9 Janvier, 2 h. 20′ du matin; *Hayfield* (Suède); une secousse.

24 Février, 11 h. du matin; *Marseille, Saint-Remi*, et une partie du département du Var; une secousse.

27 et 28 —— *Catane;* tremblement.

1er Mars, ——; *Saint-Remi;* secousse légère.

2 ——, ——; *Val di Noto* (Sicile); secousses assez fortes; une colonne de fumée sortit à cette époque des bouches de l'Etna.

2 ——, 4 h. du matin; *Nice* et le département du Var;

légère secousse qui dura 4″ ; trois oscillations lui succédèrent à 8″ d'intervalle.

9 ——, —— ; *Saint-Remi ;* nouvelle secousse.

15 ——, —— ; *Saint-Remi ;* encore une secousse légère.

7 Avril, à minuit ¼ ; *Latour* (Piémont) ; cinq fortes secousses ; deux heures après, on en ressentit d'autres plus faibles.

3 Mai, —— ; *Ancone ;* forte secousse.

17 ——, —— ; *Motz* (Savoie) ; secousse dirigée du S.-E. au N.-O., précédée de fortes détonnations par un ciel serein.

21 ——, 9 h. du soir ; *Martinique ;* secousse légère.

28 ——, peu avant minuit ; *Budreis, Kranau, Rosemberg*, et dans la chaîne de montagnes qui sépare la Bohême de l'Autriche ; secousses très-violentes.

1er Juin, —— ; *Grammaica ;* violente secousse dans toute l'île.

27 Juillet, 1 h. après midi ; *Albano ;* légère secousse.

29 ——, 7 h. du matin ; *Pau, Ortez, etc. ;* quelques secousses dirigées dans le sens de la chaîne des Pyrénées.

Fin de Juillet, —— ; *Mexique ;* fortes secousses.

3 Août, 8 h. du matin ; *Castiglione ;* secousse asez forte.

5 Août, dans la nuit ; *Rome, Albano, Frascati ;* secousse assez forte.

8 ——, —— ; *île de Candie ;* forte secousse.

8 Septembre, 5 h. ½ ; *Cuneo ;* secousse d'assez longue durée.

8 ——, 11 h. ½ du soir ; *Palerme ;* forte secousse qui parut renfermée dans l'enceinte de la ville.

4 et 5 Novembre, dans la nuit ; *Aquisgrana ;* secousse peu violente ; avant le lever du soleil, nouvelle secousse ; quelques minutes après, elle se renouvela avec un bruit semblable à celui d'une canonnade éloignée ; les mêmes secousses se firent sentir dans toute la vallée de Witchbach.

20 —— ; *cap Henry* (Haïti) ; deux fortes secousses.

7 Décembre, —— ; *Banger ;* secousse très-légère.

8 ——, 7 h. du soir ; *Parme ;* secousse assez faible : elle fut plus intense à Gênes, à Modène et à Reggio. On la ressentit aussi à Livourne.

10 ——, 10 h. du soir ; *Reggio de Lombardie ;* secousse légère.

20 —— ; *Saint-Domingue ;* secousse violente.

Supplément à la Liste déjà publiée des Tremblemens de terre de 1819.

25 Janvier, —— ; *St.-Ubez ;* secousse légère.

1er Février, 2 h. du matin ; *Parme ;* légère secousse.

7 Mars, —— ; *Kjachta* (frontière de la Chine) ; longue secousse.

11 Avril, 5 h. du soir ; *Ballenloan ;* secousse suivie immédiatement après d'un épouvantable ouragan.

28 Juillet, —— ; *Munich ;* forte secousse.

5 Août, —— ; *Constantinople ;* forte secousse.

— Septembre, —— ; *Irkush ;* secousse violente.

Nuit du 2 au 3 Octobre, —— ; *Staltdalen, Drontheim*, etc. ; tremblement de terre, précédé d'un bruit très-intense, qui paraissait se propager de l'ouest à l'est.

31 Octobre, —— ; *Plaven* (Saxe) ; secousse très-forte.

Le 24 et le 25 Décembre, de nuit ; *Foligno ;* plusieurs secousses.

Supplément à la Liste déjà publiée des Tremblemens de terre de 1820.

17 Janvier, 4 h. $\frac{3}{4}$; *Pistoja ;* secousse ondulatoire, de l'ouest à l'est ; durée 4″ ou 5″ ; bruit très-intense. (Une éruption du Vésuve avait commencé le 16.)

22 ——, 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; *Glasgow ;* forte secousse, grand mugissement qui paraissait venir du nord ; les eaux du Loch-Losmond s'élevèrent et furent agitées.

3 Mars, dans la nuit ; *Unalaska ;* grande secousse accompagnée d'un bruit souterrain très-intense. Un nouveau volcan se forma à l'île Turinak, éloignée de 100 werstes de celle d'Unalaska.

22 Avril, —— ; *Curaçao ;* fort tremblement.

17 Juin, —— ; *Inspruck ;* secousse assez forte.

Supplément aux Listes de Tremblemens de terre de 1821, *déjà insérées dans les Annales.*

4 Janvier, —— ; *Iles Célèbes ;* secousse peu remarquable.

9 Mars, —— ; *Ile de Bourbon ;* secousse de courte durée. L'éruption du volcan qui avait commencé le 27 février durait encore.

22 ——, *Rieti;* secousse extrêmement forte. A l'instant où elle commença, on vit sortir du *fiume di canera* une colonne de feu qui passa sur la ville et alla se jeter dans le lac de Cantelice.

8 Avril, 2 h. ½ du soir; *Melilla* (royaume de Fez); forte secousse accompagnée d'un bruit extrêmement intense, et suivie de secousses plus légères.

Du 1er au 15 Septembre, ——; *Catanzaro;* fréquentes secousses.

17 ——, *Jassy;* beaucoup d'édifices ont souffert de la secousse.

23 ——, 3 h. du soir; *Albano* et *Frascati*.

Du 11 au 24 Octobre, ——; *Siène;* du 11 au 14 il y eut environ dix secousses par jour, dirigées de l'ouest à l'est; elles se firent presque constamment sentir vers minuit et au lever du soleil; les 15 et 16 tout fut calme; le 17, il y eut plusieurs secousses; la plus forte arriva à 8 h. du matin: on ressentit la dernière le 24 au matin.

15 Octobre, dans la matinée; *Ile de Bute, Rothsay* et *Greenoch*; secousse unique.

22 Novembre, 2 h. du matin; *Termoli, Portocannone, etc.;* un grand météore lumineux s'était montré peu d'instans avant la secousse.

29 Novembre, ——; *Odessa;* secousse d'assez longue durée.

24 Décembre; *Rhintal* (Suisse); secousse après l'apparition de plusieurs météores ignés.

26 ——, après minuit; côte de l'*Adriatique;* deux fortes secousses.

Supplément aux Listes déjà publiées des Tremblemens de terre de 1822.

19 Janvier, ——; *Salerne;* secousses légères, une de jour, l'autre de nuit.

15 Février, ——; *Halland* (Suède); forte secousse.

18 ——, ——; *Comorn* (Hongrie); forte secousse de peu de durée, précédée d'un bruit très-intense qui paraissait venir de l'atmosphère. Les eaux du Danube furent très-agitées et déposèrent sur le rivage beaucoup de sable rougeâtre.

3 Mars, 6 h. 30 min.; *Bassano;* légère secousse.

22 Mars, ——; *Marsalla* (Sicile); deux petites ou-

vertures se formèrent sur le rivage de la Méditerranée ; dans le même jour, la mer étant parfaitement tranquille, un navire fut jeté sur des écueils par un mouvement subit qu'on attribua à une éruption volcanique sous-marine.

6 et 10 Avril, ——— ; *Nicosia* (Sicile) ; fortes secousses : celle du 10 fut la plus intense ; il y eut un *violent coup de tonnerre par un ciel entièrement serein.*

13 ———, 9 h. du matin ; *Comrie* (Ecosse) ; violente secousse ; fort mugissement dans l'air et sous les pieds.

18 et 19 ———, 9 h. 39′ du matin ; *Catane* ; légères secousses ; celles des deux jours arrivèrent à la même heure.

8 Mai, dans la nuit ; *Cuba* ; la secousse dura 30″.

18 ———, entre 9 et 10 h. du matin ; *Crieff* et les environs ; fortes secousses.

10 Juillet, 1 h. après le coucher du soleil ; *Ancône* ; secousse accompagnée d'une forte détonnation ; le 11, aux premiers rayons du jour, le Vésuve fit éruption.

14 Juillet ——— ; *Catanzaro* ; secousse assez forte.

30 ———, ———, *Catanzaro* ; secousse légère.

8 Août, 3 h. $\frac{1}{4}$ du matin ; *Lubiana* ; secousse assez forte.

29 ———, 10 h. $\frac{3}{4}$; *Venise* ; légère secousse.

29 Septembre, midi ; *Alep* ; une secousse.

30 ———, une heure de nuit ; *Alep* ; nouvelle secousse.

22 Octobre, ——— ; *Naples* ; quelques secousses.

25 Novembre, 3 h. du matin ; *Sulz* ; secousse accompagnée d'un mugissement souterrain semblable à celui du tonnerre.

Supplément aux Listes déjà publiées des Tremblemens de terre de l'année 1823.

— Février, ——— ; *Rasipatz* (station de poste entre Saint-Pétersbourg et Riga) ; forte secousse.

19 ———, 6 h. du soir ; *Belley* ; secousses assez sensibles.

9, 10 et 11 Mars, ——— ; *San-Severino* (province de Capitanata) ; secousses légères.

3 Avril, 10 h. du soir ; *Calcutta* ; secousses dirigées du N. au S. et réciproquement, jusqu'à 11 h.

7 Mai, 5 h $\frac{1}{2}$ du soir ; *Bucharest* ; secousse verticale ; le 9, la secousse recommença.

26 Mai, ——— ; *Alep* ; plusieurs secousses.

31 ———, ——— ; *Borgo San-Sepolcro* ; légère secousse.

18 Juin, ——; *Siène;* secousse légère.

20 Août, ——; *Raguse;* fort tremblement, *précédé* de l'apparition d'un météore enflammé qui tomba dans la mer. L'eau se retira jusqu'à un mille du rivage. Ce même tremblement occasionna beaucoup de dégâts en Bosnie.

22, 23 et 24 ——, ——; *Pawlonisk* (Russie); légères secousses.

— Octobre, ——; *Fiorizano;* secousse légère.

23 ——, ——; *Minschrifk* (Sibérie); légère secousse, accompagnée d'une chaleur extraordinaire.

11 Novembre, 5 h. $\frac{3}{4}$ du matin; *Martinique;* deux secousses.

23 ——, 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir; *Arezzo;* secousse légère; à *Subbiano*, la secousse fut accompagnée d'un bruit semblable à celui que produit un violent coup de vent.

— Décembre, ——; *Tauride;* dans le commencement du mois, on ressentit des secousses assez fortes.

4 —, 1 heure du matin; *Rome;* petite secousse.

13 Décembre, 1 h. du matin; *Martinique;* deux secousses.

Supplément aux Listes déjà publiées des Tremblemens de terre de 1824.

7, 9, 10 de Janvier ...... *Startenberg* (Bohême). Les secousses du 10 furent très-violentes. Un mugissement souterrain très-intense avait commencé le 1er du mois et continué jusqu'au 6. Le 10, les mineurs effrayés abandonnèrent les mines de charbon de terre.

4 Février, 10 h. 50′ du soir; *Bobbio;* deux fortes secousses; bruit semblable à celui d'un ouragan.

12 ——, entre 8 et 9 heures du soir; *Eglisau* (canton de Zurich); secousse assez violente.

17 ——, après minuit; *Sala* (province de Palerme); forte secousse verticale.

18 ——, 5 h. $\frac{3}{4}$ du soir; *Sala* et tous les environs; secousse très-forte, d'abord verticale et ensuite horizontale; durée 6″.

4 Mars, ——; *Alla Pieve S.-Stefano* (Toscane); forte secousse ondulatoire de l'ouest à l'est. Dans la soirée précédente, il était tombé de la neige.

8 ——, vers 2 h. du matin; *Irkutz* (Sibérie); trois fortes secousses.

16 ——, ——; *San-Sepolcro*; forte secousse horizontale.

10 Juin, ——; *Siène*; légère secousse.

25 ——, 5 ½ du matin; *Shiraz* (Perse); secousse extrêmement violente, accompagnée d'un fort mugissement; la ville se couvrit d'une vapeur très-dense. Trois nouvelles secousses se firent sentir avant 10 heures.

15 Juillet, ——; *Monte-Rotondo*; forte secousse ondulatoire.

20 ——, 3 h. du matin; *Ile de St.-Thomas*; violente secousse.

10 Août, ——; *Perth* (Ecosse); secousse accompagnée d'un bruit très-fort.

29 ——, ——; *Chili*; grand tremblement de terre.

5 Octobre, 1 h. du matin; *Antilles*; forte secousse.

29 ——, dans la nuit; *Mulheim*, *Stornberg* et *Schramberg* en Brisgaw; secousses dirigées du sud au nord.

30 ——, ——; *Antilles*; secousses. (Ne serait-ce pas le tremblement du 3 rapporté à une fausse date?)

30 Novembre, 3 h. 30′ de l'après-midi; *Antilles*; tremblement très-fort; bruit extrêmement intense; refroidissement subit de l'atmosphère après la secousse.

— Décembre, ——; *Rossano* (Calabre citérieure); beaucoup de secousses successives; un grand nombre de maisons renversées.

Supplément à Liste des Tremblemens de terre déjà publiée pour 1825.

17 Janvier, 6 h. ¾ du matin; *Florence*; légère secousse.

18 ——, 6h. du matin; *Teramo* (Abruzze); deux légères secousses.

19 ——, ——; *île de Leucade*; forte secousse.

30 ——, ——; *Stanza-Protsch-Nookopskin* sur la rive droite du Kouban; un roulement assez fort accompagna la secousse.

17 Février, 8 h. ¼ du soir; *Sienne*; secousse ondulatoire pendant 4″; trois minutes plus tard, une seconde secousse, mais plus légère que la précédente, eut lieu; une troisième plus faible encore se manifesta après minuit.

18 ——, ——; *Sienne* (Toscane); balancement oscillatoire qui dura 4″, et fut précédé d'un bruit éclatant; au bout de 3′, on ressentit une seconde secousse plus légère; une autre plus faible encore eut lieu le lendemain à 1 h. du matin.

14 Mars, 4 h. après midi; *Turin, Rivoli* (Piémont); légère secousse.

14 Avril, ——; *Lagonera* (Basilicata); secousse qui commença par des ondulations horizontales et finit par des mouvemens verticaux.

1er Mai, 11 h. du soir; *Modica* (province de Syracuse); secousse légère; une seconde secousse eut lieu à 2 h. après minuit.

3 Mai, après minuit; *Aquila;* légère secousse; à 4 h. après midi, on en ressentit une seconde.

24 ——, à 3 h. $\frac{1}{2}$ et à 9 h. après midi; *Catanzaro;* légères secousses : le 28, on en ressentit une autre à 3 h. après midi.

7 Juin, dans la nuit; *Smyrne;* secousse légère, durée 3″.

20 Août, 4 h. du matin; *Kingston* (Antilles); forte secousse.

26 ——, 3 h. $\frac{1}{4}$ du matin; *Livourne;* deux ondulations distinctes; à 5 h. $\frac{1}{4}$, ondulation légère; à Gênes, cette dernière fut très-forte et dura 5 ou 6″.

27 ——, ——; *Orsomarso* (Calabre citérieure); secousse légère; une source qui sourdait de terre à un demi-mille des habitations cessa de couler.

23 Octobre, 8 h. et 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir; *Aquila;* deux secousses; la première forte et d'assez longue durée. Le phénomène se renouvela le 24, d'abord à 3 h. du matin, et ensuite, à trois reprises différentes, dans la soirée et dans la nuit.

Fin d'Octobre, ——; *Shiraz* (Perse); très-violente secousse. La ville n'est maintenant qu'un amas de décombres; les magnifiques tombeaux de Hafis et Saadi n'existent plus.

Liste des Tremblemens de terre de 1826.

7 Janvier, 7 h. du matin; *Martinique;* deux secousses, l'une faible, l'autre violente; celle-ci a jeté l'alarme parmi les habitans, mais elle n'a produit aucun dégât.

26 Janvier, ——; *Prévesa;* violente secousse; la ville a beaucoup souffert.

— Février (dans les premiers jours); *Constantinople;* trois fortes secousses qui ont occasionné de grands dommages.

8 Février, ——; *Smyrne;* secousse peu remarquable.

18 Mars, minuit 20′; *Pesaro* (Etats romains); secousse assez forte, direction du S.-E. au N.-O.; la mer était un peu agitée.

Le même jour, midi 40′; *Pesaro*; secousse plus intense que la précédente. Pendant la secousse, on observa une forte agitation dans la mer près des parages de Senigallia; quoique l'air fût tranquille, le sable se mêla aux eaux et troubla leur transparence jusqu'à deux milles de la côte. A 1 h. 14′, à 4 h. 2′, à 10 h. 45′ de l'après-midi, on ressentit aussi de légères secousses.

19 Mars, à 1 h. 45′ et à 3 h. 15′ après minuit; *Pesaro*; secousses assez légères, dirigées, comme les précédentes, du S.-E. au N.-O.

20 ——, 1 h. 50′ après minuit; *Pesaro*; secousse légère, mais assez longue, direction S.-E. au N.-O.

6 Avril, 1 h. 20′ après minuit; *Pesaro*; légère secousse. Direction S.-E. au N.-O.

14 ——, 5 h. du soir; *Saint-Brieuc* et les environs (département des Côtes du Nord); secousse qui dura 12 à 15″, dirigée de l'est à l'ouest; elle fut précédée d'un bruit semblable à celui que ferait une voiture roulant sur des cailloux.

2 Mai, dans la nuit; *Martinique*; une secousse.

15 ——, à 11 h. du matin; *Grenade* (Espagne); tremblement de terre assez fort, précédé d'un bruit souterrain; de nombreuses secousses succédèrent à celle-là le même jour, mais aucun bruit ne les accompagna. Le 17, vers la pointe du jour, il y eut une secousse très-violente; vingt minutes après, l'ébranlement se reproduisit; un mugissement terrible accompagna le phénomène. Plusieurs édifices furent plus ou moins endommagés.

Les premiers jours de Juin; *Grenade* (Espagne); légères secousses; beaucoup d'habitans quittent la ville.

17 Juin, 10 h. $\frac{3}{4}$ du soir; *Santa Fé de Bogota*; épouvantable secousse. (J'extrais la Relation suivante d'une Lettre de M. Boussingault à M. de Humboldt, en date du 29 juin.)

Le 17 juin, nous avons éprouvé ici un tremblement de terre épouvantable. A 10 h. $\frac{3}{4}$ du soir je me retirais chez moi, lorsque, près d'arriver à la porte de ma maison, je ressentis une violente secousse; elle dura environ huit secondes; les mouvemens étaient horizontaux et dirigés du sud au nord. Aussitôt la rue fut pleine de monde, et l'on n'entendait que les cris de *Misericordia el suelo tiembla*: la ruine de Caraccas me vint alors à la pensée; celle de Bogota me parut certaine. Je me précipitai chez moi pour sauver mes journaux et prendre mes armes; cette résolution manqua me coûter cher: à peine avais-je ouvert la porte de ma chambre située au premier étage,

qu'une seconde secousse se fit sentir; ma table, mes livres furent renversés; le mouvement, d'abord dirigé de l'ouest à l'est, se changea en une ondulation très-forte; la maison était aussi agitée que l'est une chaloupe sur une mer houleuse. Je ne songeai plus qu'à mon salut; je descendis les escaliers avec peine, tant il était difficile de se tenir debout. Les secousses continuaient toujours, un craquement horrible et une pluie de gravas m'annonçaient la chute prochaine de l'édifice. Arrivé sous la grande porte, la terre sembla prendre du repos, je courus alors vers la *plazuela de San-Francisco*. Quand je passai sur le pont, une maison placée à la droite s'écroula en partie dans la rivière; enfin je gagnai le milieu de la place, c'était là mon port de salut. J'estime que la terre a tremblé pendant 40″ à 45″.

La seconde secousse avait fait sortir tous les habitans hors des maisons; la plupart passèrent le reste de la nuit sur les places publiques; la consternation était générale; les uns priaient à haute voix, les autres se confessaient, etc., etc. Au moment où la terre trembla, le ciel était nuageux, l'air parfaitement calme, la lune cachée par un nuage. Vers minuit, on sentit un léger mouvement accompagné d'un bruit sourd qui venait de l'est. Au point du jour, presque tout le monde se retira dans les maisons. C'est une chose digne de remarque que l'effet consolant du lever du soleil : le danger était évidemment le même; on devait, le jour comme la nuit, craindre à chaque moment une nouvelle secousse; cependant la clarté rassura ceux même qui avaient été le plus effrayés.

Le 18, on reconnut que presque toutes les maisons étaient fortement endommagées; la cathédrale menace ruine; la tour de Santa-Clara est tombée; le couvent de San-Francisco, en un mot, toutes les églises sont en fort mauvais état. La chapelle de Guadalupe, élevée de 650 mètres au-dessus de la ville, et où, il y a plus de vingt ans, vous avez fait des expériences sur l'ébullition de l'eau, est entièrement détruite. Quelques jours auparavant, j'y avais passé une nuit pour faire diverses observations sur l'intensité du rayonnement nocturne.

Le 19, on ressentit quelques légères secousses; je reconnus, à l'aide de ma boussole de déclinaison, que la terre était dans un mouvement presque continuel.

Le 20, à 11 heures du matin, il y eut une secousse très-sensible; le mouvement horizontal, dirigé du sud au nord, dura quelques secondes.

Le 21, dans la nuit, on ressentit quelques oscillations.

Le 22, à 4 h. $\frac{3}{4}$ du matin, il y eut de violentes secousses hori-

zontales dirigées du sud au nord : elles durèrent environ 25″ à 30″. Une partie de l'hospice s'écroula; l'état de la cathédrale s'est encore empiré. Au moment du tremblement, le ciel était très-nuageux, l'air calme.

Depuis le 22, on a eu quelques légers mouvemens, mais peu forts; cependant l'état des maisons ne permet pas de les habiter sans danger : la nuit, la ville est à-peu-près déserte; tout le monde dort à la campagne.

12 Août, 5 h. du matin; *Saint-Pierre de la Martinique*; deux secousses consécutives extrêmement fortes; point de dégats.

18 Septembre, entre 3 et 4 h. du matin; *San-Iago* (*Cuba*); trois secousses très-fortes; chacune a duré environ une minute, et a été précédée d'un bruit semblable à celui que feraient des chariots pesamment chargés roulant sur une route pavée; à ce roulement a succédé une terrible explosion. Une grande partie de la ville a été détruite.

18 ——, la même heure qu'à Cuba; *Jamaïque*; deux fortes secousses.

Septembre, ——; *province d'Otrante*; diverses secousses.

15 Décembre, 3 h. $\frac{1}{2}$ du soir; *Zurich, Inspruck, etc.*; secousse assez forte dirigée vers le nord-est. Pusieurs personnes prétendent en avoir ressenti une plus faible le même jour, entre 7 et 8 h. du matin. Le 16, à 4 h. après minuit, les secousses se sont renouvelées.

Sur l'Ouragan qui a dévasté la Guadeloupe le 26 *juillet* 1825.

Je ne crus pas, l'an dernier, devoir insérer dans les *Annales* les détails consignés dans les journaux politiques sur l'ouragan qui dévasta les Antilles le 26 juillet, tant ils paraissaient porter le caractère de l'exagération; tous mes doutes ayant maintenant disparu à la suite des renseignemens minutieux que M. le général du génie Baudrand a bien voulu prendre sur les lieux, je présente sans scrupule les faits suivans à la méditation des lecteurs.

L'ouragan du 25 juillet renversa, à la Basse-Terre, un grand nombre de maisons des mieux bâties.

Le vent avait imprimé aux tuiles une telle vitesse, que plusieurs pénétrèrent dans des magasins à travers des portes épaisses.

Une planche de sapin d'*un mètre* de long, de *deux décimètres et demi* de large et de *vingt-trois millimètres* d'épaisseur, se mouvait dans l'air avec une si grande rapidité, qu'elle traversa d'outre en outre une tige de palmier de 45 *centimètres* de diamètre.

Une pièce de bois de 20 *centimètres d'équarrissage* et de 4 à 5 *mètres* de long, projetée par le vent sur un chemin ferré, battu et fréquenté, entra dans le sol de *près d'un mètre*.

Une belle grille en fer, établie devant le palais du Gouverneur, fut entièrement rompue.

Trois canons de 24 se déplacèrent jusqu'à la rencontre de l'épaulement de la batterie qui les renfermait.

J'extrais le passage suivant d'une relation *officielle* rédigée peu de jours après l'événement :

« Le vent, au moment de sa plus grande intensité, paraissait lumineux; une flamme argentée, jaillissant par les joints des murs, les trous des serrures et autres issues, faisait croire, dans l'obscurité des maisons, que le ciel était en feu. »

M. le général Baudrand n'ayant pas entendu parler de ce fait curieux à l'époque de son départ de Paris, les détails qu'il a recueillis à ma prière n'en font pas mention. Je profiterai de la première occasion favorable pour demander, à cet égard, des renseignemens circonstanciés.

Résultats des Observations du professeur Brandes de Breslau, sur les Etoiles filantes.

1°. Les étoiles filantes se meuvent dans toutes les directions relativement à la ligne verticale; mais le nombre d'étoiles filantes qui s'approchent de la terre surpasse celui de ces météores qui s'en éloignent. Il paraît résulter de là que les étoiles filantes, pendant la courte durée de leur apparition, sont soumises à l'action attractive du globe.

2°. Qu'on détermine la direction *réelle* suivant laquelle se meuvent les étoiles filantes, en rapportant chaque fois cette direction à celle de la terre au moment de l'observation; qu'on prenne ensuite la moyenne de tous les résultats partiels : si ces résultats sont assez nombreux, la direction qu'ils fourniront sera diamétralement opposée à celle de translation de la terre.

Les étoiles filantes ont incontestablement une vitesse propre ; mais il semble découler de ce qui précède, que la plus grande partie de leur vitesse apparente est une simple illusion dépendante du mouvement de translation de la terre. N'est-il pas digne de remarque qu'on arrive à une nouvelle preuve du mouvement de notre globe, par l'observation d'un phénomène aussi fugace et aussi inconstant ?

Je n'ai sans doute pas besoin de rappeler ici que la marche réelle du météore en azimuth et en hauteur, exige la comparaison d'observations simultanées faites dans deux lieux éloignés.

Sur le nombre des Etoiles filantes.

M. Forster dit avoir reconnu que le nombre des étoiles filantes qu'on aperçoit dans le mois d'août, est au nombre de celles qui se montrent en septembre, comme 3 est à 2. Suivant le même observateur, dans tous les autres mois de l'année, ce phénomène est trois fois moins fréquent qu'en août.

NOTICE *sur certains Brouillards, adressée aux Rédacteurs.*

PAR M. DEFRANCE.

A différentes époques, on a remarqué, en hiver, dans les grandes villes, des brouillards si épais que souvent il en est résulté de grands accidens. A Amsterdam, beaucoup de personnes qui ne purent distinguer les endroits où elles se portaient, furent noyées un jour où il régna un pareil brouillard.

A Paris, ce phénomène s'est présenté plusieurs fois. Le 22 brumaire an VI (12 novembre 1797), il y en eut un de cette nature qui commença dans l'après-midi. L'obscurité était si grande qu'on ne pouvait trouver son chemin dans les rues, qu'en tâtant à la manière des aveugles ; les voitures n'étaient aperçues qu'à quelques pas, et ceux qui les conduisaient ne pouvaient reconnaître la direction de la voie publique ; enfin il fallait être très-près des réverbères pour en voir la faible lueur. Fourcroy qui a publié la description de ce brouillard dans le *Journal de la Société des*

Pharmaciens de Paris, pour les années VI, VII et VIII, pag. 303, dit que la vapeur se montrait par groupes tournés en spirales comme des tire-bouchons, et qu'elle avait une odeur et une saveur remarquables.

Les journaux ont annoncé que le 16 janvier 1826, le brouillard était tel à Londres, que toutes les boutiques furent éclairées en plein midi, et que les voitures étaient obligées de s'arrêter. On a observé qu'aux environs de Londres, le temps était au même moment d'une beauté remarquable.

J'ai été témoin du brouillard qui eut lieu à Paris le 12 novembre 1797, et j'ai été assuré par le témoignage de personnes qui se rendirent à Versailles, et par d'autres qui voyagèrent sur la route d'Orléans jusqu'à Orsay le soir de ce jour-là, qu'elles n'avaient plus aperçu le brouillard quand elles avaient été sorties de Paris.

Je ne puis expliquer quelles sont les causes premières de ces brouillards; mais j'ai remarqué qu'ils ne se présentent que dans l'hiver, dans un temps calme, et qu'ils n'ont lieu que dans les grandes villes.

Ayant vu, dans certains jours d'hiver, que les fumées sortant des cheminées des villages ou des maisons isolées dans la campagne, au lieu de s'élever en l'air et de se dissiper, comme elles font ordinairement, s'abaissaient sur la terre et rasaient le sol; que dans le même temps, un courant d'air qui venait d'en haut et passant dans les cheminées où il n'y avait pas de feu, donnait dans les appartemens une forte odeur de suie non brûlée; j'ai pensé que si, dans ce moment et dans les lieux où je faisais ces remarques, il se trouvait cent ou deux cent mille cheminées qui laissassent échapper de la fumée et des vapeurs aqueuses, il devrait arriver un de ces brouillards épais semblable à ceux dont il est parlé ci-dessus.

Je suis persuadé que c'est ce qui se passe dans les grandes villes quand il règne un pareil brouillard, et qu'il se compose, non-seulement des fumées et des vapeurs, mais encore de toutes les transpirations des êtres qui les habitent; la vapeur qui s'est montrée à Fourcroy par groupes tournés en spirales, n'était autre chose que les colonnes de fumée sortant des cheminées et qui s'abaissaient sur les maisons et dans les rues, comme celles que j'ai remarquées isolées dans la campagne.

On peut se convaincre de ce que sont ces fumées et ces vapeurs en se plaçant dans un beau jour d'hiver sur une des hauteurs qui environnent Paris, quand il fait un vent modéré,

pourvu qu'on ne soit pas dans la direction de ce vent. On verra les fumées suivre le vent à une très-grande distance de Paris. Dans un voyage que j'ai fait à Pontchartrain (huit lieues de Paris), j'ai cru remarquer qu'elles m'avaient suivi jusqu'à cet endroit, et même au-delà. Je ne voudrais pourtant pas assurer que celles de la ville de Versailles qui se trouvèrent ce jour-là dans la même direction, ne s'y étaient pas mêlées ; mais je suis assuré que celles de Paris s'étendaient au-delà de Versailles.

Ces brouillards ne ressemblent point aux autres; car ils n'existeraient pas s'il n'y avait pas de grandes villes; or il n'en est pas de même des brouillards qui sont formés par les vapeurs répandues dans l'atmosphère.

On a remarqué que ceux de couleur bleue qui régnèrent si généralement dans l'été de 1783, n'étaient point formés par une vapeur humide. Leur odeur était très-différente de celle des autres brouillards, et ils se terminèrent dans le nord de la France par des orages qui occasionnèrent beaucoup d'incendies. Une personne qui partit pour l'Amérique dans le temps où régnaient ces brouillards, m'assura à son retour qu'elle ne les avait plus aperçus quand le vaisseau fut sorti de la Manche.

Il se passe peu d'années sans que ces derniers météores ne se présentent aux environs de Paris, dans les mois de mai ou de juin; mais ils ne durent ordinairement qu'une journée. Le 21 mai 1822, à cinq heures du soir, il y en eut un de cette nature qui fut bien remarquable par une odeur pénétrante qui se rapprochait de celle du plomb en calcination. Je crois avoir remarqué qu'ils ne se présentent que lorsque le vent est du nord.

La juste considération que M. Defrance s'est acquise dans le monde savant, par les nombreux et importans travaux dont diverses branches de l'histoire naturelle lui sont redevables, ne doit pas m'empêcher, je pense, de faire remarquer qu'on ne saurait admettre l'origine qu'il assigne aux épais brouillards qui font l'objet de sa Note. Il suffira, pour le prouver, de remarquer, indépendamment de toute considération de quantité, 1°. que ces brouillards se forment souvent en peu de minutes; 2°. que, par les temps les plus calmes, il n'y en a quelquefois aucune trace. (*A.*)

SUR LA PLUIE.

En jetant les yeux sur le tableau de la page 396, on verra que la différence entre les quantités d'eau recueillies dans les récipiens de la terrasse et de la cour, n'a pas été moins grande en 1826 qu'on ne l'avait trouvé dans les années antérieures. Ce phénomène n'a point encore été expliqué d'une manière satisfaisante. Les physiciens se sont évidemment trompés, par exemple, quand ils ont admis que le récipient inférieur recevait une plus grande quantité d'eau, par la seule raison qu'étant peu exposé au vent, les filets liquides lui arrivaient dans des directions parallèles moins éloignées de la verticale. L'idée que les gouttes d'eau grossissent, en s'appropriant une partie de l'humidité disséminée dans les couches atmosphériques qu'elles traversent entre le niveau du premier et du second récipient, est spécieuse; mais on avait objecté que la différence en question se manifeste également quand l'hygromètre, pendant la pluie, ne marque pas 100°. M. Boisgiraud aîné, professeur à Poitiers, m'écrit qu'il a levé cette difficulté en constatant, par expérience, que la pluie est généralement assez froide, relativement à l'atmosphère, pour qu'il y ait précipitation de vapeur à la surface de chaque goutte, alors même que l'hygromètre est fort éloigné du terme de la saturation; c'est par là qu'il expliquerait aussi comment il arrive quelquefois que l'air ne soit pas saturé, même après une averse d'assez longue durée. Il y aura donc, à l'avenir, quelque importance à ajouter aux indications de la quantité de pluie celle de sa température.

EXEMPLE DE CHOC EN RETOUR.

Les physiciens savent parfaitement qu'alors même qu'on est situé fort loin du lieu où la foudre éclate, on peut être gravement blessé ou même tué par suite de l'explosion. Supposons, en effet, qu'un homme se trouve placé verticalement, sous l'une des extrémités d'un long nuage électrisé vitreusement et dans sa sphère d'activité; son fluide vitré étant refoulé dans la terre par l'action répulsive de l'électricité du nuage, cet homme sera électrisé résineusement. Qu'une cause quelconque détermine alors la nuée toute entière à se décharger sur la terre par son autre extrémité;

à l'instant même, le fluide vitré, ne se trouvant plus repoussé, reviendra du sol dans le corps de l'homme avec une rapidité et une abondance d'autant plus grandes, que l'énergie électrique du nuage avant l'explosion était elle-même plus considérable. Ces mouvemens subits du fluide électrique, dirigés de bas en haut, ont été appelés *des chocs en retour*. La ville de Versailles en a offert, cette année, un exemple dont M. Demonferrand a fait part à l'Académie. J'extrais la relation suivante de deux lettres de ce physicien :

Le 24 septembre 1826, au moment même où le tonnerre tombait sur la ferme de Gali, près Versailles, M. B..... a été frappé par le choc en retour à la distance d'une demi-lieue de la ferme. Voici les circonstances :

A neuf heures et demie environ, un violent orage éclatait sur Versailles et sur les campagnes voisines. M. B....., rentier, âgé de soixante-douze ans, se dirigeait vers son domicile, lorsque, dans la rue Dauphine, à peu de distance de l'église Notre-Dame, un de ces tourbillons, si fréquens dans le voisinage des grands édifices, le força à se retourner un instant. Il se trouvait alors vis-à-vis le mur mitoyen des maisons n°. 13 et n°. 15, le côté droit tourné vers le mur et à peu de distance. Un tuyau métallique descend tout le long de ce mur mitoyen, et conduit les eaux pluviales jusqu'au niveau du pavé. Dans cette position, M. B..... éprouva une commotion qu'il décrit lui-même de la manière suivante : il lui sembla que toute la partie droite de son corps était refoulée brusquement sur la gauche ; en même temps il ressentit une forte oppression et un vertige semblable à l'ivresse. Les suites immédiates de ce choc furent une grande gêne dans les mouvemens de tout le côté gauche, et une respiration haletante ; ce ne fut qu'avec beaucoup de peine et en se reposant plusieurs fois, que M. B..... parvint à se traîner jusqu'à la maison d'un de ses amis, à une distance de quatre cents pas environ ; là, on reconnut que la langue éprouvait la même difficulté dans les mouvemens que tout le côté gauche. Les soins prodigués à M. B..... lui rendirent un calme momentané ; la nuit fut passable, et le lendemain matin le malade se trouva à peu-près dans son état ordinaire ; mais le soir, à l'heure où la commotion avait eu lieu, l'oppression, l'engourdissement et la gêne dans les mouvemens reparurent, et il en fut de même jusqu'à la fin de la semaine. Le malade s'étant alors décidé à consulter un médecin, M. le docteur Gaudichon reconnut tous les symptômes d'une compression sur le cerveau et sur la moelle épinière, d'où était

résultée une paralysie incomplète de la langue, du bras gauche et de la jambe du même côté. Cette affection céda en peu de temps aux efforts de l'art, et le malade est maintenant entièrement guéri ; mais la périodicité des accès a eu lieu jusqu'à la guérison.

Il serait difficile, pour ne pas dire impossible, de constater l'identité du coup qui a incendié la ferme de Gali et frappé M. B..... ; néanmoins on ne pourrait pas attribuer à un choc direct l'accident arrivé à ce dernier ; car, à l'instant où il a été frappé, l'intervalle entre chaque éclair et l'explosion prouvait que l'orage n'était pas sur Versailles même. J'ajouterai que, par un singulier hasard, j'ai passé moi-même toute la soirée dans la maison n° 15, dans une pièce contiguë au tuyau qui paraît avoir servi de route à l'électricité, et que ni moi ni aucune des personnes réunies dans la même pièce n'avons éprouvé la moindre secousse. Dans la maison en face, une malade, que son état aurait pu rendre plus sensible aux actions électriques, n'a également rien éprouvé.

DES PARAGRÊLES.

Routinier comme un agriculteur, était naguère une expression proverbiale admise sans contestation; désormais elle manquerait de vérité. L'extrême répugnance que montraient en général les cultivateurs pour les conseils de la science, a fait place, sur plusieurs questions du moins, à une confiance sans bornes, et qui contraste singulièrement avec leurs anciennes habitudes. Quelques physiciens imaginent que la grêle est soutenue dans l'air pendant des heures entières, entre deux couches de nuages plus ou moins distantes, à l'aide de forces électriques : c'est là, suivant eux, ce qui permet aux grêlons d'acquérir, dans certaines circonstances, un volume et un poids considérables. Cette théorie, spécieuse à quelques égards, est sujette, d'autre part, à de graves difficultés qui n'ont pas encore été résolues ; au reste, elle serait complètement démontrée, qu'il ne s'ensuivrait pas nécessairement qu'un nombre limité de paratonnerres, la sphère d'activité de ces appareils étant comme tout le monde sait renfermée dans des bornes assez étroites, deviendrait un préservatif assuré contre la grêle. En suivant la théorie en question, jusques dans ses dernières consé-

quences, ne trouverait-on pas d'ailleurs que, lorsqu'un orage déjà formé dans les montagnes, serait entraîné par les vents vers la plaine, les champs armés de paratonnerres devraient être les premiers frappés de la grêle, puisque c'est là surtout qu'il s'opérerait des modifications notables dans l'état des forces électriques qui imprimaient aux grêlons des mouvemens d'oscillation verticaux? Ces réflexions n'ont pas été accueillies; nos vignes, celles de la Savoie, du canton de Vaud, d'une partie de l'Italie; des jardins situés même dans l'enceinte de Paris, se couvrent de longues perches verticales, établies à grands frais. Les plus habiles placent une pointe aiguë de cuivre au sommet de la perche et un fil métallique qui la lie au sol humide; d'autres conservent la pointe et suppriment le conducteur; ailleurs on n'emploie, par économie, que la perche toute nue; partout, malgré ces différences essentielles, l'appareil réussit également; jamais, assure-t-on, un champ armé de ces moyens préservatifs n'a été grêlé. Vous direz vainement à ceux qui emploient les perches seules, que les arbres, beaucoup plus élevés, doivent produire un plus puissant effet, et qu'il grêle toutefois sur les forêts; l'objection leur paraîtra futile. Faites remarquer qu'une pointe de cuivre ne donne aucune nouvelle propriété à la perche qu'elle termine, quand il n'y a pas de chaîne métallique qui la lie au sol humide : on se rira de vos doutes! Adressez-vous enfin à ceux qui construisent l'appareil avec le plus de soin; expliquez-leur que si l'on peut croire à l'efficacité des paragrêles, c'est seulement à la condition qu'ils seront extrêmement multipliés; qu'il est vraiment absurde de prétendre garantir un champ, une vigne avec quelques perches, toutes les fois que les champs ou les vignes voisines n'en renferment pas; que l'expérience a d'ailleurs prononcé; qu'il grêle fréquemment dans l'intérieur des villes, sur des quartiers abondamment pourvus de paratonnerres, et sur ces appareils eux-mêmes : tous ces raisonnemens seront comme non avenus, tant on est disposé à croire ce qu'on désire vivement!

Plusieurs sociétés d'agriculture, celle de Lyon, entre autres, demandèrent, naguère, au Ministre de l'Intérieur les moyens de tenter une expérience en grand; S. E. consulta l'Académie. La Section de Physique, chargée de l'examen des projets, trouva que les espérances de réussite qu'on pouvait concevoir, d'après les données actuelles de la science, étaient beaucoup trop faibles pour qu'il fût convenable de conseiller à l'autorité d'intervenir dans la dépense; la con-

clusion trouva peu de contradicteurs. Une expérience de cette nature, pour être démonstrative, devrait durer un grand nombre d'années; encore faudrait-il qu'on la suivît sans prévention : or, telle n'était pas certainement la disposition d'esprit des personnes qui demandaient à la faire. C'est là, malheureusement, ce qui rendra les essais dispendieux auxquels on se livre aujourd'hui complètement illusoires; comment espérer des recensemens complets, seul moyen cependant d'arriver à la vérité, lorsque, dans certains cantons que je pourrais citer, le propriétaire n'ose avouer qu'il a été grêlé malgré les perches, qu'après s'être assuré qu'on ne le nommera pas. Ce genre de folie, qu'on me passe l'expression, ne saurait durer bien long-temps; quand il aura disparu, quand les faits favorables ou contraires seront recueillis avec un égal soin, la science de la météorologie pourra tirer quelque fruit des expériences qu'on a entreprises. Quant aux agriculteurs, ils sont presque désintéressés dans la question; ils trouveront toujours, en effet, dans des assurances mutuelles ou même dans des assurances à prime convenablement graduées suivant les contrées, un moyen beaucoup plus économique que les perches de se mettre à l'abri des ravages de la grêle. Les sociétés d'agriculture acquerront des droits incontestables à la reconnaissance publique, lorsqu'elles favoriseront d'aussi utiles établissemens; elles manquent au contraire leur but, en préconisant des moyens préservatifs, d'une efficacité au moins très-douteuse, et qui, comparés d'ailleurs aux assurances, n'auront jamais dans la pratique aucune utilité.

Je pense que, sans trop m'écarter de l'objet que j'avais en vue en écrivant cette note, je puis dire qu'il a grêlé en 1826 sur plusieurs vignobles du Beaujolais, malgré les nombreux paratonnerres qu'on y avait établis, et que, dans la nuit du 22 au 23 juillet, la grêle est également tombée en grande abondance, sur les vignobles du canton de Vaud les mieux pourvus des appareils préservateurs.

AURORE BORÉALE.

On a vu un arc lumineux provenant d'une aurore boréale, à Carlisle et dans le Roxburgshire, le 29 avril 1826; ce phénomène n'a pas été aperçu à Gosport, quoique le ciel y fût serein.

A Paris, le 29 avril, à 7 h. 50′ du soir, la pointe nord

de l'aiguille des variations diurnes était de 4′ à l'est de sa position ordinaire ; à 8 h. $\frac{1}{2}$, elle s'était rapprochée de l'ouest par un mouvement prompt ; à 11 h. $\frac{3}{4}$, elle avait repris, à une demi-minute près, la position de 8 h. $\frac{1}{2}$. Une longue expérience m'a appris que ces grandes oscillations, à des heures où l'aiguille est presque toujours stationnaire, sont un indice à-peu-près assuré de l'existence d'une aurore boréale. Aussi, malgré toute la peine que M. Brewster s'est donnée dans le dernier N° de son Journal, pour faire douter de ce résultat, dont, au reste, je suis moi-même très-éloigné de contester la singularité, je me hasarde à annoncer qu'on aura aperçu quelque part, dans le nord, de brillantes aurores boréales :

Le 16 janvier 1826; les 10 et 13 février; dans la journée du 9 mars; le matin et le soir du 23; le 29; les 9 et 13 avril; dans la nuit du 17 au 18 du même mois; le 24, etc., etc.

Si, pour juger de l'exactitude de ces annonces, M. Brewster n'a pas la patience d'attendre le retour du capitaine Franklin, je l'engagerai à consulter, dès ce moment, les pêcheurs de baleines ou ceux de ses compatriotes qui observent dans le nord de l'Ecosse. Il rendra ainsi à la science un service plus réel qu'en écrivant de fort lourdes plaisanteries sur la *délicatesse éthérée* de l'aiguille dont je me sers.

DIRECTIONS DES COURANS DE LA MER.

Le 12 mars 1825, on a trouvé sur les sables de *Dell*, près de la butte *Lewis*, une bouteille qu'avait jeté à la mer, le 22 septembre 1824, M. le capitaine Duncan, par 56°.58′ de latitude nord et 24°.30′ de longitude comptée de Greenwich.

SUR LE CHANGEMENT DU ZÉRO DANS LES THERMOMÈTRES.

J'apprends, par le journal de l'*Institution royale de Londres*, que M. Brewster vient de publier une Note de son compatriote M. Blackadder, où se trouve une nouvelle explication de l'erreur de graduation qui se manifeste à la longue dans presque tous les thermomètres, et sur laquelle nous avons plus d'une fois appelé l'attention des lecteurs. Suivant

M. Blackadder, l'air atmosphérique qui reste inévitablement dans le tube et la boule de ces instrumens, est décomposé peu à peu par le mercure; en se solidifiant, en oxidant le métal, l'oxigène, dit-il, diminue considérablement de volume; une partie de l'espace que le gaz occupait, se remplit de mercure, d'où résulte l'abaissement de ce liquide dans le tube capillaire où les degrés sont marqués. D'après M. Blackadder, une autre cause peut s'ajouter à la précédente, et produire un léger effet dans le même sens : c'est le dégagement de l'air qui primitivement adhérait aux parois du verre; en se réunissant à la partie supérieure du tube, cet air acquiert une certaine force élastique qui peut occasionner un élargissement de la boule.

Je n'ai qu'une seule observation à faire sur cette explication : c'est que la conséquence qui en découle, est diamétralement opposée au résultat de l'expérience. Le zéro d'un ancien thermomètre est toujours *plus haut* SUR LE TUBE *capillaire*, que ne l'avait marqué le constructeur; c'est donc comme *si la boule avait diminué de capacité*; or, on vient de voir que M. Blackadder cherche à expliquer comment cette boule a pu ou paraître s'agrandir ou s'agrandir réellement!!

Ces changemens dans la graduation des thermomètres, dont les physiciens et les artistes ne se sont aperçus que depuis peu d'années, jettent beaucoup de louche sur un grand nombre de données météorologiques. La découverte d'un procédé qui les préviendrait, serait importante, car elle dispenserait l'observateur sédentaire et le voyageur d'une multitude de vérifications qu'ils ne peuvent pas souvent exécuter faute de temps ou de moyens convenables. Si je ne m'abuse, ce procédé est déjà connu des artistes, et quelques-uns en font usage pour empêcher une erreur analogue, mais plus grande encore, de se produire dans les thermomètres d'alcool : il consiste à laisser de l'air suffisamment comprimé à la partie supérieure du tube, dans la vue d'empêcher le dégagement de celui que le liquide peut renfermer. Cette précaution ne me semble pas moins nécessaire quand on construit le thermomètre avec du mercure, soit que ce liquide contienne réellement de l'air en dissolution, comme l'admet Sir H. Davy, soit qu'on veuille considérer uniquement l'air interposé entre le mercure et les parois de la boule et du tube.

Deluc a établi, par des expériences multipliées, « que » quand les particules d'air disséminées dans un liquide viennent à se rassembler par quelque cause que ce soit, elles » acquièrent plus de force pour écarter les particules du liquide, et que cet effet peut être produit, long-temps avant

» que les petits amas d'air deviennent visibles, et avant même » qu'ils soient capables de se frayer des routes à travers la » liqueur. » (*Modif. de l'atmosph.*, tom. 1er, pag. 232.) L'excès de force, dont parle Deluc dans ce passage, se manifeste par une augmentation de volume, et quand le liquide est renfermé dans un tube de thermomètre, par l'ascension du zéro. L'effet est prompt et considérable dans un thermomètre d'eau, d'alcool, d'huile, etc.; il doit être plus petit, et surtout moins rapide, dans un thermomètre de mercure; mais à la longue, le dégagement d'air amènera un résultat analogue : si l'échelle a été invariablement fixée au tube de l'instrument, elle finira par indiquer des températures trop fortes, quoiqu'à l'origine l'artiste l'eût convenablement placée.

On avait déjà supposé que les thermomètres à tubes vides d'air, étaient les seuls qui se détériorassent. En rompant un de ces instrumens à son extrémité, M. Gourdon de Genève, nota une dépression subite de la colonne mercurielle, à-peu-près égale à la quantité dont le zéro s'était élevé. On trouve déjà une expérience semblable dans les premiers Mémoires de Réaumur; mais comme on peut l'expliquer en admettant, d'une part, que le mercure éprouve une faible condensation à l'instant où s'exerce la pression atmosphérique; de l'autre, que la boule augmente simultanément de capacité, on ne saurait regarder ce fait comme une preuve démonstrative de la nécessité de conserver de l'air dans les thermomètres. Une épreuve directe pouvait seule conduire au but; je l'ai tentée et elle a réussi : deux thermomètres tout pareils avaient été construits à la même époque; l'un était vide; l'autre renfermait de l'air à la pression ordinaire de l'atmosphère; la graduation de ce dernier était encore exacte après plusieurs mois, tandis que le zéro de l'autre avait monté de près d'un demi-degré. La boule du thermomètre altéré était d'ailleurs assez épaisse pour qu'on dût supposer que la pression atmosphérique, agissant de dehors en dedans, ne pourrait pas changer sa capacité, ce qui exclut la possibilité d'expliquer le phénomène comme MM. Bellani et Flaugergues l'ont fait. (Voyez *Ann.*, tom. XXI, pag. 330.) Au reste, l'expérience dont je viens de parler mérite d'être répétée.

Au lieu du procédé que je viens de recommander, on trouvera peut-être préférable de soumettre le mercure du thermomètre à une longue ébullition, afin de le dépouiller entièrement de l'air qu'il peut renfermer; mais des expériences, très-intéressantes, de M. Dulong, dont nous espérons pro-

chainement enrichir les *Annales*, prouveront sans réplique qu'à moins de précautions très-minutieuses auxquelles les artistes s'astreindraient difficilement, l'ébullition du mercure pourrait ne pas prévenir efficacement le changement du zéro.

MÉTÉORES LUMINEUX.

Le 27 août 1826, vers 9 heures du soir, on aperçut à Edimburgh, à Falkirk, à Saint-Andrew, à Bridlington, etc., un météore lumineux extrêmement brillant, qui se mouvait avec beaucoup de rapidité du S.-O. au N.-E.; il ressemblait à une grande fusée; sa marche produisait un sifflement intense. Il laissa tout le long du chemin qu'il parcourut, c'est-à-dire dans une étendue de 40 à 45°, non pas seulement de simples étincelles, mais une espèce de fluide lumineux où brillaient les diverses couleurs prismatiques. Après la disparition du météore qui se fit sans explosion, on vit tomber verticalement des fragmens d'une matière enflammée, semblable à des cendres : c'étaient évidemment les restes brûlés de son noyau. Le ciel était parfaitement serein.

Le 13 septembre, on aperçut à Bordeaux, vers 5 h. $\frac{1}{4}$ du matin, un grand météore qui paraissait venir de l'est. Quoiqu'il fît déjà jour, le météore répandait une vive lumière; il laissait d'ailleurs une traînée de feu sur sa route.

Les étoiles filantes ont été généralement regardées comme un des traits distinctifs des climats chauds et tempérés, tant nous sommes disposés à associer l'idée de chaleur à celle de lumière. Le dernier voyage du capitaine Parry montrera cependant aux physiciens que ces météores se forment par les températures les plus basses. Voici un extrait du dernier journal de cet intrépide navigateur :

Port Bowen. latit. nord 73°.13′.

8 Décembre 1824; 7 h. $\frac{1}{4}$ du soir. Très-brillante étoile filante au S.-S.-O.; température de l'atmosphère — 28° centigrades.

9 Décembre, 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir; brillante étoile

Port Bowen.

filante au nord ; elle fut visible dans une course de 35° de longueur ; température de l'atmosphère — 29° centig.

Le 12 Décembre ; cinq météores lumineux furent aperçus en un quart d'heure ; il n'était pas encore minuit. L'un des cinq laissa sur la route qu'il parcourut une traînée de petites étincelles ; température de l'atmosphère — 27° cent.

Le 14 Décembre, entre 5 et 6 h. du matin ; plusieurs étoiles filantes ; température de l'atmosphère — 32° cent.

(Pendant tout le mois de décembre, le soleil était sous l'horizon du Port Bowen.)

Le 4 Février ; étoile filante vers le N.-E., à 7 h. du soir.

Le 7, étoile filante vers le N.-O., à 1 h. $\frac{3}{4}$ du matin.

Ces deux jours-là, l'atmosphère était à — 33° et à — 34° du thermomètre centigrade.

Nous ajouterons, pour ceux qui sont disposés à regarder l'électricité comme la cause première de ces météores, qu'un électromètre à feuilles d'or, très-sensible, établi à 115 pieds de hauteur au-dessus de la mer, sur le point le plus élevé du mât principal du navire l'*Hécla*, ne présenta aucun mouvement quelconque, pendant toute la durée du séjour de l'expédition au Port Bowen.

TROMBE.

Le 26 août 1826, une épouvantable trombe dévasta une grande portion de terrain au nord de l'arrondissement de Carcassonne. Un jeune homme de dix-sept ans fut enlevé de terre et jeté sur un rocher où il eut la tête fendue ; quatorze moutons, enlevés dans les airs, se trouvèrent en un moment fort loin du lieu où la trombe les prit. Le météore déplaça d'énormes rochers ; souleva et renversa les pierres de taille de la porte cochère du château de Laconette, fit écrouler divers appartemens, emporta des charrettes, déracina plusieurs noyers et laissa de profonds sillons dans le sol, sur toute la direction qu'il suivit. On assure que l'air était im-

prégné d'une forte odeur de soufre. Les journaux qui ont rapporté ces faits, appellent le météore une *trombe enflammée*, mais sans donner aucun détail sur les phénomènes de lumière dont son apparition fut accompagnée.

Observations *du baromètre faites à Bogotà (lat. bor. 4° 35′ 50″, hauteur 2660 mètres au-dessus du niveau de la mer).*

Par MM. Boussingault et Rivero.

(Extrait d'une Lettre de M. Boussingault à M. de Humboldt, en date du 9 février 1825.)

J'ai le plaisir, Monsieur, de vous adresser nos observations barométriques faites entre les tropiques; j'aime à croire qu'elles auront quelque intérêt en Europe. Vous connaissez les instrumens que nous avons employés et le degré de précision qu'ils sont susceptibles de donner aux observations.

Notre baromètre était placé au niveau du premier étage de l'observatoire, si toutefois l'on peut donner ce nom au singulier bâtiment construit par le docteur Mutis. Les hauteurs barométriques observées ont toutes été réduites à la température de la glace fondante; les baromètres extérieurs sont centésimaux; enfin la dernière colonne, intitulée *hauteur moyenne*, est la demi-somme des hauteurs de 9 h. et 4 h.; ce n'est donc pas, à parler rigoureusement, la hauteur moyenne, mais elle doit en différer fort peu.

Notre année d'observations confirme pleinement ce que vous avez déduit de vos importantes recherches sur la météorologie des pays équinoxiaux, savoir que dans ces pays la marche diurne du baromètre est d'une grande régularité. En effet, vous trouverez, en consultant nos tableaux mensuels, que la plus grande hauteur observée pendant l'année eut lieu à 9 h. le 16 juillet 1824; elle était de 0$^{met.}$,56388; et que la plus petite a été observée le 5 novembre 1823 à 4 h.; elle était de 0$^{met.}$,55768; la différence égale 0$^{m.}$,00620.

C'est un fait bien établi par vos observations et vérifié par les nôtres, qu'entre les tropiques, le mercure, dans le baromètre, atteint son *maximum* entre 8 et 10 h.; qu'il descend ensuite jusque vers 4 h., et qu'il est à son *minimum* entre 3 et 5 h.;

qu'il remonte alors jusqu'à 11 h. du soir sans arriver cependant à la même hauteur à laquelle il était à 9 h. du matin ; enfin qu'il redescend jusqu'à 4 h. du matin sans parvenir aussi bas qu'il était la veille à 4 h. de l'après-midi : ce phénomène, comme vous savez, est attribué aux marées de l'atmosphère.

Mutis qui, pendant quarante ans, constata, à l'aide d'un grossier instrument, le fait de la régularité de ces marées, pensait que la lune devait influer sur elles, et que la hauteur moyenne du mercure variait avec les différens points lunaires. Caldas partageait l'opinion de son maître, et se proposait de discuter la masse des matériaux amassés par Mutis, lorsqu'il périt au milieu des troubles révolutionnaires, victime de son amour pour la liberté de son pays. Je n'ose nier l'influence de la lune sur la hauteur moyenne du mercure; mais je crois que cette influence, si elle existe, est à peine sensible, et qu'elle se perd dans les autres causes de la variation barométrique.

Je me bornerai à mettre sous vos yeux des observations de 9 h. qui correspondent aux jours principaux de la lune :

	Nouv. Lune.		Prem. Quart.	Pl. Lune.	Dern. Q.
6 Août.	0m,56244	13 A.	0m,56173	0m,56283	0m,56262
4 Sept.	0 ,56237	etc.	0 ,56187	0 ,56283	0 ,56294
4 Octob.	0 ,56221		0 ,56218	0 ,56108	0 ,56258
3 Nov.	0 ,56183		0 ,56148	0 ,56230	0 ,56215
2 Déc.	0 ,56233		0 ,56100	0 ,56158	0 ,56063
1 Janv.	0 ,56205		0 ,56063	0 ,56171	0 ,56263
31 Janv.	0 ,56192		0 ,56151	0 ,56082	0 ,56168
1 Mars.	0 ,56248		0 ,56198	0 ,56228	0 ,»»»»»
30 Mars.	0 ,56164		0 ,»»»»»	0 ,56202	0 ,56312
29 Avril.	0 ,56251		0 ,56263	0 ,56196	0 ,56241
28 Mai.	0 ,56150		0 ,56168	0 ,56201	0 ,56163
	0 ,56259		0 ,56103	0 ,56233	0 ,56198
	0 ,56216		0 ,56161	0 ,56198	0 ,56222

Ces hauteurs sont réduites à 0° de température.

Dans l'idée que les variations barométriques, si régulières entre les tropiques, sont causées par les marées de l'atmosphère, j'avoue que je ne puis comprendre un passage du beau Mémoire de M. Olbers (de l'influence de la lune sur les saisons) : « Ainsi le flux de l'atmosphère suit immédiatement » le passage de la lune par le méridien. » Il me semble que

si le flux de l'atmosphère suivait immédiatement le passage, le baromètre devrait en indiquer à-peu-près l'instant, ou au moins l'heure des *maxima* et des *minima* devrait varier ; or c'est ce qui n'arrive pas : vous-même, dans l'excellent *memorandum* que je dois à votre amitié, et qui m'a été si utile pour diriger mes recherches, vous me recommandez d'examiner si la lune influe sur l'heure des *maxima* et des *minima*.

J'ai donc cherché à déterminer par l'observation directe si le passage de la lune au méridien troublait la variation horaire.

En adoptant la longitude que vous donnez à Bogotà (5 h. 6′ 16″.0), je trouve que la lune a dû passer au méridien en janvier 1824 :

1824.	Le 3 janvier,	à 1 h.	49′.
	Le 5........	à 3	11.
	Le 6........	à 3	52.
	Le 7........	à 4	33.
	Le 8........	à 5	14.
	Le 9........	à 5	59.

L'heure du passage de la lune par le méridien de Bogotà étant ainsi déterminée, j'ai commencé le 3 janvier une série d'observations barométriques horaires ; l'heure m'était donnée par un chronomètre que j'avais réglé sur le temps moyen de Bogotà par des hauteurs du soleil prises le matin ; j'observais d'heure en heure avec un soin extrême, et ne mettais jamais trois minutes à faire une observation.

3 Janv. mat., 1824, à	9 h.	563.00 mm	temp. du bar. 14.5	air 15.5.	
	10	562.65	th. 16.5	air 17.	
	11	562.25	16.3	16.5.	
	12	561.80	16.5	17.0.	
Soir,	1	560.95	16.5	18.5	lun. au mérid.
	2	560.05	16.5	20.5.	
	3	559.75	16.3	17.5.	
	4	559.55	16.2	17.5.	
	11	561.90	16.0	13.6.	
4 Janvier, à	4	560.70	16.2	13.3 ;	c'est à 4 h. du matin.
5 Janv. mat., à	5	561.00	16.1.		
	9	562.75	16.2	16.	
	10	562.75	16.3	17.	

		mm			
	à 11 h.	562.65	th. 16.5	air 17.6.	
	12	562.30	16.8	17.8.	
Soir,	1	561.60	16.2	18.8.	
	2	561.25	16.2	18.0.	
	3	560.80	16.5	18.0	lun. au mérid.
	4	560.50	16.2	17.0.	
	5	560.65	16.4	16.5.	
	6	561.10	16.3	15.0.	
	7	561.55	16.8	14.6.	
	9	562.60	16.5	14.	
	10	562.73	16.8	13.8.	
	11	562.45	16.8	13.8.	
6 Janv. mat., à	$8\frac{1}{2}$	563.15	16.2.		
	9	563.00	16.1	15.	
	10	562.95	16.1	16.1.	
	11	562.55	16.2	16.8.	
	12	562.05	16.5	16.5.	
Soir,	1	561.55	16.5	19.0.	
	2	561.15	16.5	17.5.	
	3	560.80	16.3	18.0.	
	4	560.70	16.5	16.2	lun. au mérid.
	5	560.70	16.2	15.5.	
	10	562.55	15.8	12.5.	
	11	562.55	15.8	12.0.	

---

7 Janv. mat., à	4 h.	561.45	15.9	12.0.	
	7	562.75	16.0	12.0.	
	8	563.00	16.1	12.2.	
	9	563.00	16.0	14.5.	
	10	562.95	16.1	15.2.	
	11	562.60	16.0	16.8.	
	12	562.20	16.1	16.0.	
Soir,	1	561.90	16.2	16.5.	
	2	561.20	16.2	18.0.	
	3	560.95	16.2	17.2.	
	$4\frac{1}{2}$	560.90	16.0	18.2	lun. au mérid.
	5	560.95	16.0	17.2.	
	6	561.10	16.1	15.0.	
	10	562.45	16.0	12.0.	
	11	562.40	16.0	.....	

---

8 Janv. mat., à	9	563.00	16.0	12.5.
	10	562.55	15.9	14.0.

	à 11 h.	mm 562.10	th. 15.8	air 15.	
	12	562.45	16.0	17.	
Soir,	1	560.85	16.0	17.5.	
	2	560.15	16.0	18.0.	
	3	560.10	16.0	17.0.	
	4	560.15	16.1	18.0.	
	5	560.50	16.0	15.0	lun. au merid.
	6	560.70	16.1	14.0.	
	7	561.00	16.0	13.8.	
	10	561.85	16.0	13.	
	11	561.85	16.0	12.6.	
9 Janv. mat., à	7	562.00	15.8	10°,0.	
	8	562.20	15.8	11.0.	
	9	562.20	15.9	12.	
	10	561.95	16.0	14.	
	11	561.55	16.0	14.5.	
	12	560.75	16.0	16.0.	
Soir,	1	560.30	16.0	17.2.	
	2	559.85	16.1	18.0.	
	3	559.55	16.0	20.0.	
	4	559.65	16.1	19.0.	
	5	559.90	16.0	17.0	lun. au mérid.

Je vous laisse à prononcer sur l'influence que le passage de la lune par le méridien peut exercer sur l'heure des *minima* et des *maxima*, et en général sur les variations horaires. Quelle que soit la cause des variations barométriques, il est évident qu'elle est en relation avec l'angle horaire. J'ai cherché si la distance du soleil au zénith du lieu des observations, pouvait influer, mais je n'ai rien trouvé de bien satisfaisant.

La seule loi que l'on pourrait peut-être tirer de nos observations, serait que la distance du soleil à la terre entrerait pour quelque chose dans la hauteur moyenne du mercure. Ainsi :

Mois.	Hauteur moyenne du mercure.	Diamètre du soleil.	Moyenne centigr. des tempér. de 9 h. et 4 h.	Etendue moyenne des oscillat. barom.
	m			mm
1825. Août.	0.56111	31'.40"	16°.6	2,22.
Sept.	0.56094	31 .54	16 .2	2.59.
Oct.	0.56071	32 .10	15 .3	2.77.
Nov.	0.56045	32 .23	15 .1	2.44.
Déc.	0.56013	32 .34	15 .0	2.40.

	Mois.	Hauteur moyenne du mercure.	Diamètre du soleil.	Moyenne centig. des tempér. de 9 h. et 4 h.	Etendue moyenne des oscillat. barom.
		m			mm
1824	Janv.	0.56045	32′.34″	15°.7	2,31.
	Fév.	0.56048	32 .25	15 .9	2.31.
	Mars.	0.56061	32 .11	15 .3	2.39.
	Avril.	0.56113	31 .54	15 .2	2.34.
	Mai.	0.56075	31 .40	15 .4	2.45 (1).
	Juin.	0.56124	31 .32	15 .1	1.86.
	Juill.	0.56134	31 .32	14 .2	1.50.
				15°.4 cent. (2)	2.29.

En 1807, Caldas fit une année d'observations barométriques à Bogotà; voici la moyenne des mois :

	Maximum.	*Minimum.*	
Janvier,	249.25	247.60	en lignes, temp. 12 à 13°.
Février,	249.33	248.33.	
Mars,	249.33	247.93.	
Avril,	249.42	247.92.	
Mai,	249.67	248.00.	
Juin,	249.67	248.00.	
Juillet,	249.50	247.83.	
Août,	249.42	247.92.	
Septemb.,	249.42	248.00.	
Octobre,	249.33	247.91.	
Novembre,	248.92	248.00.	
Décembre,	248.85	247.60.	

Je vous donne cette loi pour ce qu'elle vaut; la remarque mérite toujours d'être faite; et vous qui, mieux que moi,

(1) Cette même différence entre deux mois qui se succèdent, se trouve dans mes observations de Lima de novembre et décembre; les premières donnent, réduites à zéro : étendue des oscillations $2^{mm},57$; les secondes, beaucoup plus nombreuses, $1^{mm},70$. La hauteur des lieux paraît avoir moins d'influence sur l'étendue moyenne des oscillations qu'on ne le croit. Je trouve : Cumana $2^{mm},47$; Lima 2,13; Caraccas 2,95; Bogotà 2,95. (H.....T.)

(2) J'ai donné, pour la température moyenne de Bogotà, 14°,3 cent.; et en effet, la température moyenne de 9 h. et 4 h. doit être un peu au-dessus de la température moyenne de 6 h. et 2 h. (H.....T.)

connaissez la régularité des phénomènes météorologiques aux régions équinoxiales, vous ne douterez pas qu'il n'y ait une petite variation mensuelle dans la hauteur du baromètre, et les observations de Caldas comparées aux nôtres, vous assureront de sa régularité.

(Le défaut d'espace nous force de renvoyer l'insertion des observations détaillées de M. Boussingault, à un autre Cahier.)

NOUVEAUX VOLCANS DANS LES ÎLES SANDWICH.

En publiant dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes de 1824, la liste des volcans du globe actuellement enflammés, j'avais à peine osé ranger le Mouna Roa des îles Sandwich, parmi les montagnes trachytiques. On ignorait d'ailleurs à cette époque s'il y avait eu quelque éruption depuis les temps historiques, soit à Owhyhée, soit dans les autres îles du même archipel. Tous ces doutes ont maintenant disparu : les missionnaires américains viennent de découvrir que l'île où Cook fut assassiné, renferme un des plus grands volcans de la terre.

Le cratère est à 6 ou 7 lieues de la mer, dans la partie N.-E. de l'île d'Owhyhée (on l'appelle actuellement *Hawaii*); les naturels le nomment *Kirauea*. Sa forme est elliptique; le contour, à la partie supérieure, n'a pas moins de deux lieues et demie de long; on estime que la profondeur peut être de 350 à 360 mètres; il est assez facile de descendre dans le fond.

Lorsque M. Goodrich visita ce cratère pour la première fois en 1824, il remarqua dans la cavité douze places distinctes couvertes de lave incandescente, et trois ou quatre ouvertures d'où elle jaillissait jusqu'à la hauteur de 30 ou 40 pieds. A 300 mètres au-dessus du fond, il existait alors tout autour de la paroi intérieure du cône, un rebord noir que le même observateur considère comme l'indice de la hauteur où la lave fluide s'était récemment élevée avant de se frayer une issue par quelque canal souterrain jusqu'à la mer. Des émanations sulfureuses plus ou moins denses s'échappent par toutes les crevasses de la lave solide, et produisent çà et là un bruit semblable à celui de la vapeur qui sort par les soupapes d'une machine à feu. Les pierres ponces qu'on trouve en grande abondance dans les environs du cratère, sont si légères, si poreuses, d'une texture si délicate, qu'il est

difficile d'en conserver des échantillons. Des filamens capillaires fibreux, semblables à ceux qu'on recueille après toutes les éruptions du volcan de l'île Bourbon, couvrent le sol du cratère sur une épaisseur de 2 ou 3 pouces. Le vent transporte souvent ces filamens à la distance de six ou sept lieues.

Le 22 décembre 1824, dans la nuit, un nouveau volcan fit éruption au milieu de l'ancien. Au lever du soleil, la coulée avait déjà une assez grande étendue. Dans certains points, la lave était projetée par jets jusqu'à 50 pieds de haut.

A une autre époque, les missionnaires comptèrent jusqu'à cinq cratères de forme et d'aspect très-variés, qui s'élevaient comme autant d'îles du sein de la mer enflammée dont les parties nord et sud-ouest du grand cratère étaient recouvertes. Les uns vomissaient des torrens de lave; il ne sortait des autres que des colonnes de flamme ou d'une épaisse fumée.

Il existe un autre volcan actuellement enflammé, à une certaine distance du Kirauea; il a de moins grandes dimensions. Les flancs de la fameuse montagne *Mouna Roa*, offrent aussi plusieurs cratères, mais jusqu'ici on ne les a observés que de loin, à l'aide de lunettes; ils sont peut-être éteints.

SUR LES BRUITS SOUTERRAINS QU'ON ENTEND A NAKOUS.

Nakous est situé à trois lieues de Tor sur la mer Rouge. Ce lieu est célèbre à cause de certains sons qui s'y produisent à toutes les heures du jour et de la nuit. Lorsque M. Gray d'Oxford visita Nakous pour la première fois, il entendit sous ses pieds un bourdonnement continuel qui se changea bientôt en pulsations de plus en plus intenses, semblables aux battemens d'une horloge. Le lendemain, ce même voyageur entendit les sons pendant une heure entière; le temps étant alors parfaitement calme et serein, M. Gray en conclut qu'on ne pourrait pas attribuer ce phénomène, comme on l'a fait dans d'autres localités, au passage de l'air par certaines crevasses du sol ou des rochers; ajoutons qu'un examen attentif du terrain n'y a fait découvrir aucune fissure sensible. Les Arabes du Désert disent que les sons en question sont ceux de la cloche d'un couvent de moines qui s'est conservé miraculeusement sous terre, depuis l'époque où le pays était occupé par les chrétiens. D'autres leur assignent une origine volcanique. Les

bains chauds de Pharaon se trouvent sur la même côte. (*The Edimburgh Journ. of Science.*)

Les lecteurs ne seront peut-être pas fâchés de trouver ici la relation que M. Seetzen a donnée du même phénomène ; je l'extrais du *Monatliche correspondenz*, *october* 1812, *p.* 395.

Il y a près de Tor une montagne qui, sous le rapport des circonstances physiques, est peut-être une des plus remarquables non-seulement de l'Arabie Pétrée, mais du monde entier. On la nomme *el Nakous ;* elle est située à trois lieues au nord de Tor. Aucun voyageur européen ne l'a encore visitée. Depuis deux ans, j'en avais entendu parler par des Grecs, d'abord au couvent du Sinaï, puis à Suez. Mais la description qu'on m'en faisait était accompagnée de tant de récits fabuleux, que j'étais très-porté à la supposer une invention de la fourberie monacale. Lorsque je pris des informations à *Wady el Nachel*, non-seulement on me confirma ces premiers récits, mais on y ajouta de nouveaux prodiges : sous la montagne existait un couvent grec ; tout le monde en était convaincu ; le bruit souterrain qui se faisait entendre, surtout le samedi soir, était celui du *Nakous*, c'est-à-dire un appel à la prière. (Le *Nakous* est une sorte de règle longue, étroite, suspendue dans une position horizontale, que le prêtre frappe en cadence avec un marteau, et dont le son s'entend assez loin dans une ville. Il n'y a que très-peu d'endroits où les cloches soient permises aux chrétiens dans l'Orient.) Un Grec, ajoutait-on, mort depuis peu de temps, avait même une fois vu la montagne ouverte : il était descendu dans le couvent souterrain où se trouvent de beaux jardins, une eau délicieuse, et pour preuve de son voyage, il avait rapporté au monde supérieur quelques fragmens du pain consacré qu'il avait reçu.

Accompagné d'un chrétien grec et de quelques bédouins, je partis le 17 juin, à cinq heures du matin. Après un quart d'heure de marche, nous arrivâmes au pied d'un majestueux rocher de grès. La montagne, toute nue, en est entièrement composée. Je trouvai sur ce rocher beaucoup de noms grecs et arabes ; quelques-uns même, en caractères kophtes, prouvaient que cet endroit est visité depuis des siècles. A midi, nous atteignîmes la partie de ces montagnes appelée *Nakous*. Là, au pied de la chaîne, on voit un rocher à pic, isolé. Des deux côtés, la montagne présente deux sur-

faces tellement inclinées que le sable blanc et peu adhérent qui les recouvre se soutient à peine, et glisse au moindre ébranlement ou lorsque les rayons brûlans du soleil achèvent de détruire sa faible adhérence. Ces deux pentes sablonneuses peuvent avoir une hauteur d'environ 150 pieds. Elles se réunissent derrière le rocher isolé, en formant un angle aigu, et sont parsemées, comme aussi les surfaces adjacentes, de rochers escarpés, le plus souvent formés d'un grès blanc et friable.

Le premier son se fit entendre cinq quarts d'heure après midi. Nous grimpâmes avec peine le long de la pente sablonneuse jusqu'à une hauteur de 70 à 80 pieds, et nous nous arrêtâmes sous des rochers où les pélerins ont coutume de se placer pour écouter. En gravissant, j'entendis le son se former sous mes genoux, et cela me fit penser que le glissement du sable était la cause et non l'effet de l'ébranlement sonore. A trois heures, le son se fit entendre plus fortement et dura six minutes : puis, après avoir cessé pendant dix minutes, il se reproduisit. Il me parut avoir la plus grande analogie avec celui d'une toupie creuse; il naissait et se perdait comme les résonnances de la harpe éolienne. Pour me convaincre de la vérité de ma découverte, je grimpai avec la plus grande peine jusqu'aux roches les plus élevées, et je me laissai glisser le plus vite que je pus, en m'efforçant, à l'aide des pieds et des mains, de mettre le sable en mouvement. L'effet ainsi produit fut si grand, le sable, en roulant sous moi, fit naître un son si éclatant, que la terre paraissait trembler, et que j'en aurais été effrayé si la cause m'eût été inconnue.

Mais comment le mouvement du sable peut-il produire un effet si intense, et que l'on n'observe, je crois, nulle part ailleurs? La couche de sable roulant agit-elle comme l'archet qui, en frottant sur une lame de verre, fait tressaillir et distribue en figures déterminées la poussière dont cette lame est parsemée? La couche de sable, adhérente et fixe, joue-t-elle ici le rôle de la lame de verre, les rochers voisins celui de corps résonnant? C'est ce que les physiciens pourront décider. Mon journal contient une relation plus détaillée du phénomène et un croquis des rochers d'*el Nakous;* j'ai dans ma collection minéralogique des échantillons du grès et du sable mobile qu'on y trouve.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *novembre* 1826.

M. Raspail communique quelques réflexions au sujet des expériences récemment présentées à l'Académie par M. Dutrochet ; M. Roche, professeur à Toulon, se plaint du long retard que mettent les commissaires à rendre compte de son Mémoire sur le Mouvement de rotation ; M. Demontferrand adresse quelques détails concernant un coup de tonnerre qui a incendié, près de Versailles, la ferme de Gally ; M. Barrett envoie l'examen qu'il a fait d'un problème de mécanique ; M. Ostrogradsky dépose un Mémoire manuscrit sur la Propagation des ondes dans un bassin cylindrique.

L'Académie a ensuite entendu un rapport de M. Geoffroy-Saint-Hilaire sur la Collection d'antiquités égyptiennes de M. Passalacqua ; des Recherches de MM. Robiquet et Colin sur la Matière colorante de la garance ; et un Mémoire de MM. Milne Edwards et Audouin, sur un Animal d'un genre nouveau qui suce le sang du homard.

Séance du lundi 13 *novembre.*

On lit une Lettre de M. Gambart renfermant l'annonce de la découverte d'une nouvelle comète, et le résultat de ses calculs sur la comète précédente ; M. Morin adresse une Notice sur une concrétion trouvée dans le cerveau d'un homme mort d'une gastrite aiguë.

M. Gay-Lussac lit une Note sur un Acide nouveau qui lui a été remis par M. Gesner, fabricant.

M. Cuvier lit un Mémoire sur le genre Amphiuma.

M. Cauchy communique un Mémoire sur la Nature des racines de quelques équations transcendantes.

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire sur le rôle que joue l'électricité dans les phénomènes de la végétation.

Séance du lundi 20 *novembre.*

M. Gambart adresse de Marseille quelques observations de la dernière comète.

M. Poisson présente un Mémoire sur l'attraction des sphé-

roïdes ; M. Jomard communique des Notes de M. Koenig, voyageur français, sur les pays situés à l'ouest et au sud du Darfour ; M. Cauchy remet un nouveau Mémoire d'analyse ; on lit enfin un Mémoire de M. Vallot, sur les animaux vivans trouvés dans les corps solides.

Séance du lundi 27 novembre.

L'Académie reçoit un Manuscrit de M. Bardel, intitulé : *Elémens d'arithmétique d'après un ordre nouveau ;* un Traité des Connaissances mathématiques nécessaires aux artistes, par M. Guibal ; et une Théorie des richesses sociales, par M. le comte de Skarbek.

Une commission rend compte du Mémoire de MM. Audouin et Milne Edwards, concernant un animal parasite qui suce le sang du homard, et qu'ils appellent *nicothoé*. Il paraît que cet animal est incapable de tout changement de place, et qu'il se trouve, pour ainsi dire, greffé sur le homard.

M. Hebenstreit ayant mis un grand nombre de chenilles sur une feuille de papier recouverte d'une cloche de verre, après avoir imbibé d'huile les parties de la feuille qui devaient rester nues, obtint en peu de temps un tissu qui servit à faire une robe pour la reine de Bavière. Un fragment de ce genre de tissu, présenté à l'Académie par M. Lenormand, a donné lieu, dans cette séance, à un rapport dont il résulte que la découverte de M. Hebenstreit ne paraît, quant à présent, devoir être utile ni aux arts ni à l'industrie. La chenille employée par le physicien bavarois, est celle de la teigne du cerisier à grappes.

Séance du lundi 4 décembre.

L'Académie reçoit une Lettre du Ministre de l'Intérieur qui l'invite à présenter un candidat pour la place vacante au Collége de France, par la mort de M. Laënnec ; une Lettre de M. Gambart contenant diverses remarques sur la comète observée dernièrement dans le Bouvier ; un Mémoire de M. Vincent Portal, médecin à Montmirail, département du Tarn, sur plusieurs Monstruosités anencéphales ; la copie d'une Lettre de M. Langsdorff à M. Bory de Saint-Vincent, contenant des détails sur le voyage que le premier de ces naturalistes va entreprendre dans l'Amérique du sud ; une bouteille d'encre indélébile composée par M. Pallu.

On procède à la nomination d'un membre de la section de zoologie. Au premier tour de scrutin, M. Frédéric Cuvier réunit 26 suffrages; M. Serres, 14; M. Desmarest, 10; M. de Ferussac, 7. Au second tour, M. Cuvier obtient 33 suffrages; M. Serres, 16; M. Desmarest, 7; M. de Ferussac, 1.

Voici les titres des Mémoires dont l'Académie a entendu la lecture dans cette séance:

Second Mémoire sur le Liquide qui se trouve dans le crâne et l'épine dorsale de l'homme et des animaux mammifères, par M. Magendie.

Mémoire sur l'Etat de l'instruction primaire en France, par M. Dupin. Cet état est représenté sur une carte plus ou moins ombrée, que l'auteur a mis sous les yeux de l'Académie.

Note sur les Mamelles de l'ornithorinque femelle et sur l'Ergot du mâle, par M. Blainville.

Mémoire sur les Effets qu'on observe pendant l'écoulement de la vapeur par les soupapes des machines à feu, par M. Clément.

Séance du lundi 11 *décembre.*

On lit une Lettre de M. Valz concernant la comète découverte dans la constellation du Bouvier; M. Boulai fils adresse des combinaisons d'iodure d'argent, de plomb et de mercure avec l'iodure de potassium; cet envoi est accompagné de quelques remarques sur ce genre de combinaisons; MM. Levret et Hamont présentent des expériences sur le traitement des affections putrides; M. Becquerel fait connaître qu'il est parvenu à produire, au moyen de forces physiques seulement, des composés nouveaux dont chacun a un système cristallin qui lui est propre, et dont la plupart ont la propriété d'être décomposés par l'eau; M. Delpech adresse un Manuscrit intitulé : *Réflexions et Observations sur l'Empyème.*

M. Duméril fait un rapport verbal sur un Mémoire de M. Audouin, intitulé : *Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Cantharides.*

MM. Le Gendre et Poinsot rendent un compte favorable du nouveau Traité d'Arithmétique que M. Bardel avait soumis au jugement de l'Académie.

M. Dureau de la Malle présente une portion de racine de mûrier, qui a vécu en terre vingt-quatre ans, privée de son tronc, sans pousser de rejetons, et qui en a donné en 1826.

M. Poisson lit un Mémoire sur le Calcul numérique des intégrales définies.

M. Vicat lit des Observations physico-mathématiques sur quelques cas de la rupture des solides.

M. Ségalas communique un Moyen d'éclairer l'urèthre et la vessie de manière à voir dans l'intérieur de ces organes.

La Section de Médecine présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place actuellement vacante au Collége de France : MM. Magendie, Broussais, Giraudi, Double, de Mercy.

La Section d'Agriculture présente à son tour la liste suivante pour la place de correspondant vacante dans son sein :

MM. John-Sinclair, à Edimburgh; Crud, à Genève; de Vogt, à Altona; Gasparin, à Orange; Bigot de Morogues, à Orléans; de Staël, à Coppet; Hartig, à Berlin; Girou de Buzareingues, à Rhodez.

Note *sur la Composition du liquide qui se trouve dans le canal rachidien.*

Par M. Lassaigne.

Dans un Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences, M. Magendie annonça le premier que la présence d'un liquide dans le canal vertébral n'était point un produit pathologique, comme quelques médecins l'avaient avancé, à la suite de l'ouverture de cadavres faite peu de temps après la mort; car, en faisant aussitôt l'autopsie d'individus morts subitement ou celle d'animaux qu'on avait fait périr, on a rencontré dans la gaîne rachidienne une certaine quantité d'un liquide clair, dont la quantité était en raison inverse du temps écoulé depuis la mort, et même qui se trouvait entièrement absorbé à une époque éloignée.

En vérifiant de nouveau ce fait sur le cheval, à l'Ecole royale vétérinaire d'Alfort, en présence d'un grand nombre d'élèves de cet établissement, M. Magendie a recueilli environ deux onces et demie de ce liquide, qu'il nous a remis pour que nous le soumissions à l'analyse chimique.

Propriétés physiques.

Ce liquide est incolore, limpide comme de l'eau; il n'a point d'odeur; sa saveur est légèrement salée. Il est un peu plus pesant que l'eau distillée; car sa densité, que nous avons estimée à la température de + 9°.5, est de 1,0065; la densité de l'eau = 1,0000.

Propriétés chimiques.

Il ramène au bleu le papier de tournesol rougi, ce qui prouve sa propriété alcaline; il se trouble légèrement par l'addition de quelques gouttes d'acide nitrique; précipite l'infusion de noix de galles, et forme avec le nitrate d'argent et le proto-nitrate de mercure des précipités blancs assez abondans, insolubles dans un excès d'acide nitrique. La solution de perchlorure de mercure n'y produit qu'un léger trouble d'abord, et au bout de quelque temps des flocons blancs peu abondans.

Nous avons pesé avec soin toute la quantité du liquide qui nous restait après ces divers essais, et nous l'avons fait évaporer dans une capsule de verre dont le poids nous était connu d'avance, afin d'évaluer aussi exactement que possible la proportion d'eau que renfermait ce liquide, ainsi que celle des matières fixes qui étaient en dissolution. Pour la détermination de ces dernières, nous avons employé les moyens usités dans ces sortes d'analyses pour les séparer, c'est-à-dire que nous avons fait agir successivement sur le résidu de l'évaporation l'alcool à 30° et l'eau froide, etc., etc.

Il résulte des expériences qui ont été l'objet de nos recherches, que ce liquide est formé sur 100 parties, savoir :

Eau	98,180 ;
Osmazôme	1,104 ;
Albumine	0,035 ;
Chlorure de sodium	0,610 ;
Sous-carbonate de soude	0,060 ;
Phosphate de chaux et traces de carbonate	0,009.
	99,998.

Lettre *de M.* Despretz *à MM. les Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur le Chlorure de bore.*

J'ai annoncé à la Société philomatique, il y a déjà long-temps, l'existence du chlorure de bore, dont M. Dumas a parlé dans un de vos derniers numéros, MM. Fourrier, Thenard, etc., étant présens. Ma réponse à plusieurs objections de M. Thenard relatives à quelques faits étrangers à cette nouvelle combinaison, finit ainsi : *Au reste, l'objet principal de ma communication est la découverte du chlorure de bore.* M. Gaultier de Claubry, ancien répétiteur de chimie à l'école polytechnique, dit à M. Dumas, lorsqu'il lui parla du chlorure de bore, que je l'avais obtenu depuis long-temps. Une absence de plusieurs mois m'a empêché de vous adresser plus tôt cette lettre, que je vous prie de vouloir bien insérer dans votre plus prochain numéro.

J'ai obtenu ce gaz il y a plus de trois ans, en faisant arriver à une température élevée du chlore sec, soit sur du borure de fer, soit sur un mélange de charbon et d'acide borique ou de borax. Dans le premier cas, le chlorure de bore est mélangé avec une certaine quantité de chlore. Ce dernier gaz est absorbé par le mercure ; dans le second cas, le gaz recueilli contient de l'oxide de carbone, de l'acide carbonique et de l'acide hydrochlorique. L'appareil se compose d'un ballon d'où se dégage du chlore, d'un tube de porcelaine contenant le mélange, d'une allonge destinée à condenser le chlorure de fer ou l'acide borique qui se dégage dans l'opération, enfin d'un tube engagé sous le mercure. Le gaz recueilli par l'un ou l'autre procédé, est incolore, plus dense que l'air, décomposé par l'eau, fumant au contact de l'air, résistant à une forte température, etc.

Iode *dans une nouvelle Source minérale.*

M. Turner a découvert l'iode dans la source de Bonnington, près de Leith, par le procédé suivant :

On évapore à siccité une pinte de l'eau de la source ; on enlève ensuite les parties solubles du résidu, à l'aide d'un ou deux drachmes d'une solution étendue d'amidon entièrement froide ; l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique donne lieu alors à l'apparition de la couleur bleue, caractéristique de l'iode.

NOTE *sur la Cristallisation de la litharge par la voie sèche.*

PAR M. H. GAULTIER DE CLAUBRY.

EN visitant, il y a trois ans, la belle usine de M. Frerejean aîné, à Pont-l'Evêque, près Vienne (Isère), je remarquai, dans la coupellation du plomb argentifère, des litharges qui présentaient des formes cristallines : j'en ramassai quelques échantillons que je soumis alors à l'analyse. L'un d'entr'eux offrait un groupe de cristaux dont plusieurs avaient 4 à 5 millimètres de côté. Ils avaient l'apparence de dodécaèdres réguliers. M. Beudant, ayant eu la complaisance de les examiner au goniomètre à réflexion, trouva qu'ils ne présentaient aucun angle régulier et qu'ils avaient des faces curvilignes.

M. Houtou-Labillardière avait déjà obtenu la litharge en cristaux, qui lui avaient semblé des dodécaèdres réguliers, en abandonnant à elle-même, pendant l'hiver, une dissolution de cet oxide dans la soude. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. VII, p. 218.)

Les cristaux obtenus dans la coupellation ont donné à l'analyse :

Protoxide de plomb.......	96,3 ;
Acide carbonique.........	3,3 ;
Oxide de cuivre..........	traces.
	99,6.

A la surface des cristaux se trouvaient des lames jaunes, demi-transparentes, dont plusieurs avaient la largeur de l'ongle ; elles présentaient la même composition que les cristaux.

ERRATA.

Page 97 ; *au lieu de :* qu'au lieu, etc. ; *lisez :* qu'on a lieu d'espérer d'obtenir un résultat satisfaisant en procédant ainsi qu'il suit pour coller la pâte de papier dans la fabrication. Sur cent parties, etc.

POUR LA RÉPONSE DE M. RASPAIL. — Page 256, ligne 27, *qui correspondront, etc.*, doit être placé après *vésiculeux*.

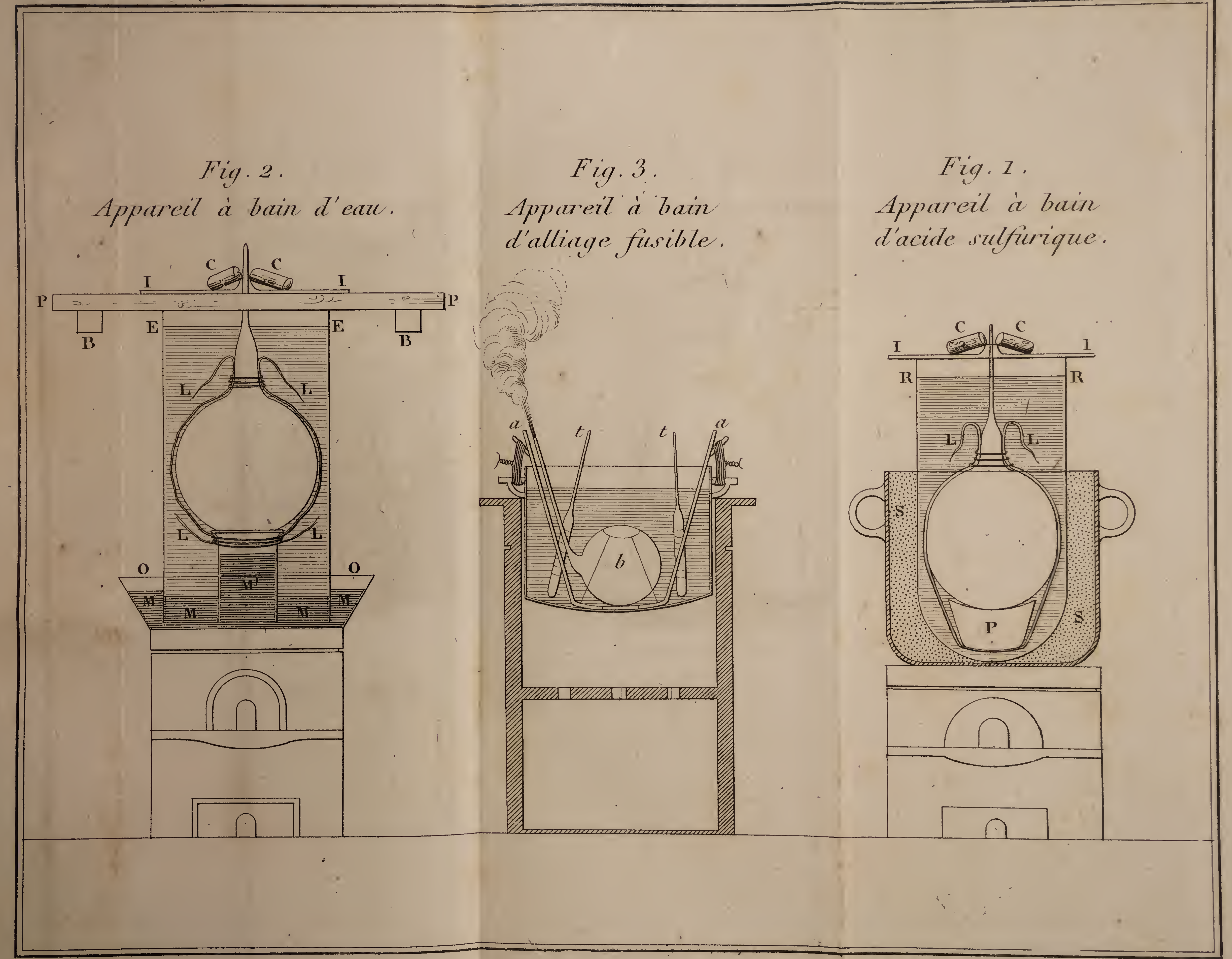
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Décembre* 1826.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	749,25	+ 7,0	99	748,50	+ 8,5	88	747,08	+ 8,3	86	743,28	+ 6,8	98	+ 8,5	+ 6,5	Très-petites éclairc.	S. S. O.
2	744,07	+ 6,3	96	744,10	+ 8,3	88	743,56	+ 9,0	81	744,09	+ 5,3	97	+ 9,0	+ 4,8	Eclaircies.	S. O
3	747,88	+ 4,7	97	748,03	+ 7,0	85	746,76	+ 7,2	84	745,04	+ 3,7	97	+ 7,2	+ 3,7	Beau.	S. O.
4	744,17	+ 2,5	98	744,16	+ 5,0	85	744,73	+ 4,0	94	744,64	+ 2,0	93	+ 5,0	+ 2,0	Nuageux.	O
5	753,55	+ 3,5	83	752,85	+ 5,2	86	751,85	+ 4,5	97	750,08	+ 3,5	98	+ 5,2	+ 3,4	Couvert.	O.
6	749,72	+ 3,5	98	751,68	+ 5,5	94	752,92	+ 6,3	91	754,53	+ 5,5	98	+ 6,3	+ 3,5	Couvert.	E. S. E.
7	754,04	+ 11,2	98	753,57	+ 13,5	92	752,87	+ 12,4	92	756,45	+ 11,1	98	+ 13,5	+ 10,9	Couvert.	S. O. fort.
8	747,90	+ 9,6	98	747,70	+ 12,0	82	748,52	+ 12,2	77	751,56	+ 10,5	88	+ 13,3	+ 9,6	Petits nuages.	O.
9	756,82	+ 8,0	96	757,22	+ 10,7	87	757,48	+ 10,0	89	757,52	+ 8,2	100	+ 10,8	+ 6,5	Nuageux.	S O.
10	758,14	+ 10,4	100	758,60	+ 11,5	98	758,36	+ 11,5	94	758,64	+ 10,2	100	+ 11,5	+ 10,0	Pluie continuelle.	S O.
11	757,80	+ 7,4	100	758,00	+ 10,0	96	758,80	+ 10,4	97	759,50	+ 8,8	99	+ 10,4	+ 7,4	Très-nuageux.	S
12	756,84	+ 9,0	99	755,32	+ 9,3	95	753,50	+ 1 ,0	88	751,80	+ 7,1	93	+ 10,0	+ 7,1	Très-couvert.	S. S. E
13	749,04	+ 6,0	91	748,70	+ 8,1	86	748,52	+ 8,5	99	749,15	+ 8,0	99	+ 8,5	+ 5,4	Pluie fine.	S. S O.
14	751,80	+ 6,6	99	751,62	+ 7,8	96	751,28	+ 8,0	97	751,13	+ 6,5	100	+ 8,0	+ 6,3	Très-couvert.	S O.
15	747,52	+ 6,7	98	746,80	+ 9,5	90	745,88	+ 9,5	87	745,88	+ 8,8	98	+ 9,5	+ 6,0	Petites éclaircies.	S. E.
16	746,76	+ 8,1	93	747,06	+ 11,0	85	747,42	+ 11,0	82	749,34	+ 8,0	80	+ 11,0	+ 8,0	Couvert.	S. E.
17	751,42	+ 4,2	90	751,72	+ 5,4	86	751,76	+ 6,2	85	753,90	+ 3,8	88	+ 6,2	+ 3,7	Petites éclaircies.	E.
18	756,90	+ 1,4	99	755,98	+ 1,3	91	756,50	+ 1,0	99	757,80	+ 0,0	99	+ 1,5	+ 0,0	Très-couvert	N. E.
19	759,87	+ 1,0	99	759,63	+ 2,0	94	759,50	+ 2,2	94	759,58	+ 1,7	100	+ 2,2	+ 0,5	Couvert, brouillard.	O.
20	756,40	+ 1,6	100	754,74	+ 2,0	93	752,90	+ 1,8	96	749,35	+ 0,8	98	+ 2,0	+ 0,8	Couv., brouil. épais	S. S. E.
21	746,83	+ 0,5	99	748,74	+ 0,7	100	750,87	+ 2,2	98	755,24	+ 4,2	97	+ 4,2	+ 0,4	Neige.	N O.
22	763,68	+ 2,5	97	764,25	+ 6,0	89	764,83	+ 6,0	89	765,50	+ 3,8	98	+ 6,0	+ 3,0	Eclaircies.	N. N. O.
23	764,03	+ 4,7	100	763,82	+ 5,6	100	763,50	+ 5,7	100	764,40	+ 6,2	98	+ 6,2	+ 4,2	Brouill. très-épais.	O. S. O.
24	764,10	+ 6,2	98	762,90	+ 6,5	100	762,84	+ 7,3	100	763,13	+ 4,0	100	+ 7,3	+ 4,0	Pluie, brouill. épais.	N. O.
25	765,33	+ 0,9	90	764,68	+ 2,2	79	764,85	+ 2,5	77	765,34	+ 0,0	100	+ 2,5	+ 0,0	Serein. brouillard.	N.
26	766,94	+ 0,9	97	766,50	+ 3,0	93	766,91	+ 2,8	98	767,45	+ 2,5	83	+ 3,0	− 0,6	Eclaircies, brouill.	N. N. E
27	769,30	+ 3,0	95	768,58	+ 5,2	89	768,98	+ 6,4	75	769,47	+ 4,7	79	+ 6,4	+ 2,5	Quelq. petit. éclairc.	N. N. E.
28	769,98	+ 2,8	87	769,80	+ 4,5	82	769,92	+ 5,0	80	770,42	+ 1,5	97	+ 5,0	+ 1,5	Quelq. légers nuages.	N. E
29	769,93	+ 3,0	93	768,30	+ 5,4	91	766,77	+ 5,8	99	764,82	+ 6,2	95	+ 6,2	+ 2,2	Couvert.	O
30	763,90	+ 7,2	93	763,57	+ 8,8	92	762,76	+ 8,5	93	763,17	+ 7,8	87	+ 8,8	+ 7,0	Couvert.	O. N. O
31	764,88	+ 7,5	98	764,30	+ 9,5	91	763,80	+ 9,5	94	762,84	+ 8,2	98	+ 9,5	+ 7,5	Couvert.	O.
1	750,55	+ 6,7	97	750,64	+ 8,7	89	750,41	+ 8,5	88	750,49	+ 6,7	97	+ 8,9	+ 6,1	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	753,34	+ 5,2	97	752,96	+ 6,6	92	752,00	+ 6,9	92	752,70	+ 5,3	95	+ 6,9	+ 4,5	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 5,385
3	764,44	+ 3,7	96	764,13	+ 5,2	91	764,18	+ 5,6	91	764,87	+ 4,5	94	+ 5,9	+ 2,9	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 4,575
	756,42	+ 5,1	96	756,17	+ 6,8	91	755,73	+ 7,0	91	755,32	+ 5,5	95	+ 7,2	+ 4,4	Moyennes du mois, + 5,8.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-TROISIÈME VOLUME.


Fig. 2.
Appareil à bain d'eau.
C
C
I
I
P
P
E
E
B
B
L
L
L
L
O
O
M
M
M
M
M'
Fig. 3.
Appareil à bain d'alliage fusible.
a
a
t
t
b
Fig. 1.
Appareil à bain d'acide sulfurique.
C
C
I
I
R
R
L
L
S
S
P

Adam sc.

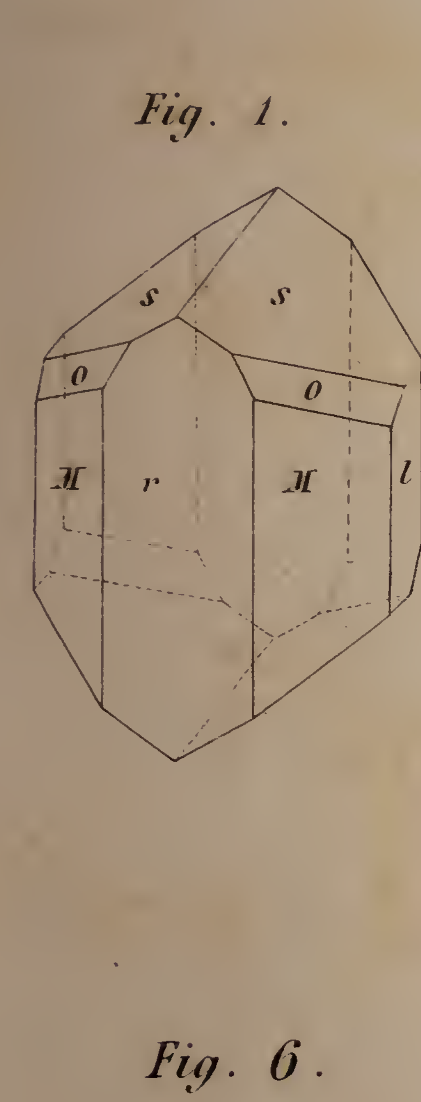


Fig. 1.

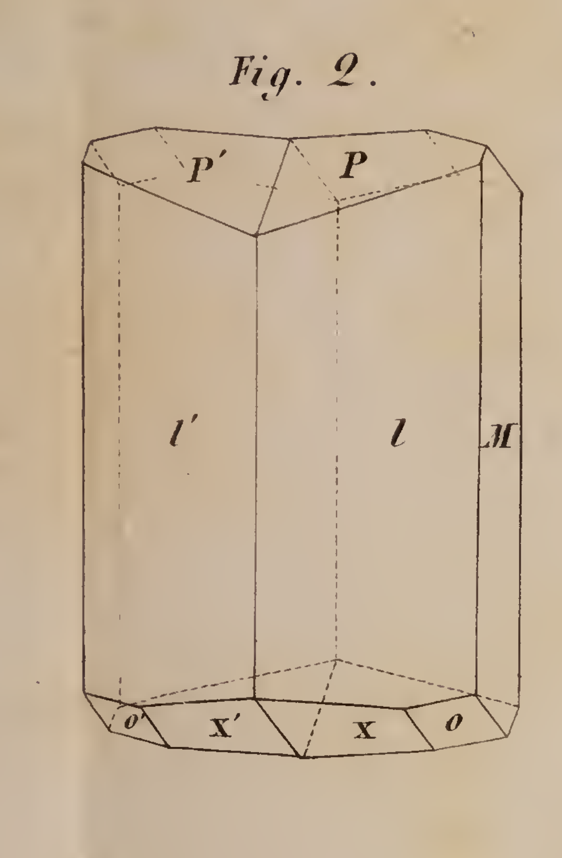


Fig. 2.

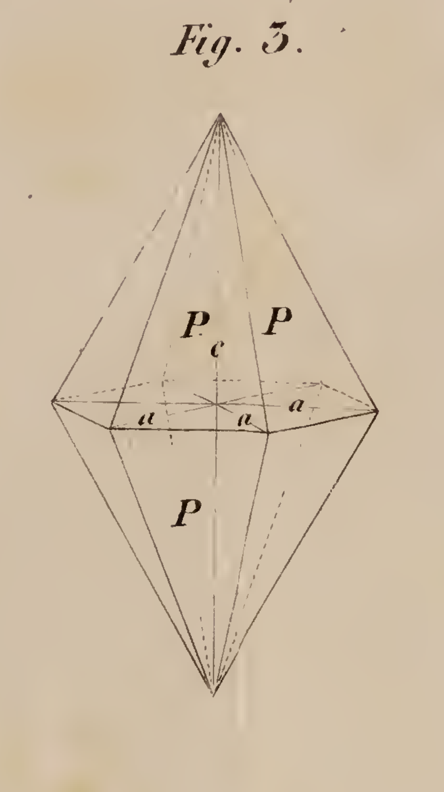


Fig. 3.

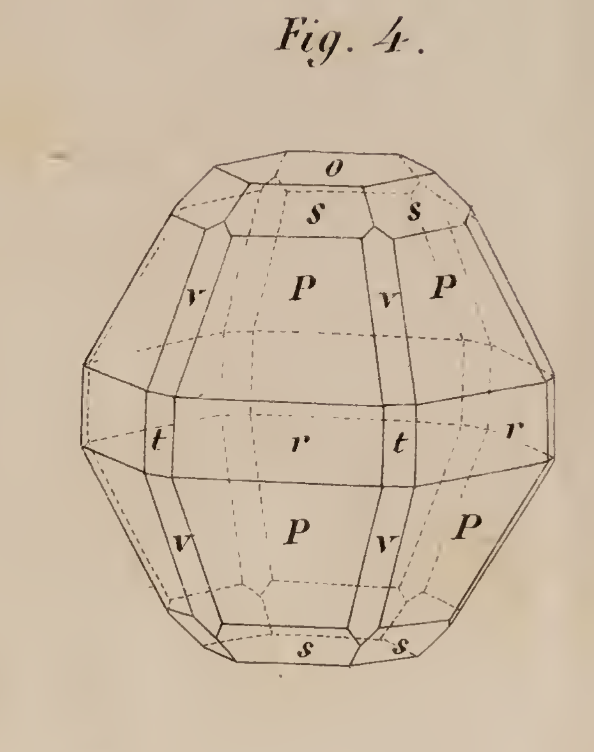


Fig. 4.

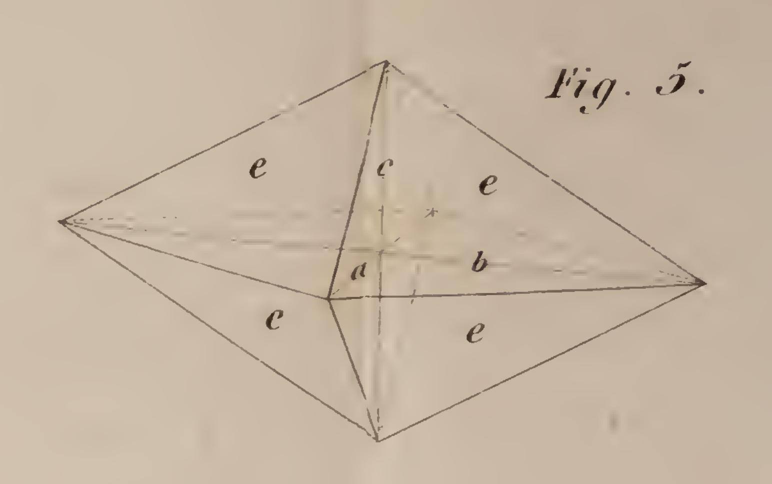


Fig. 5.

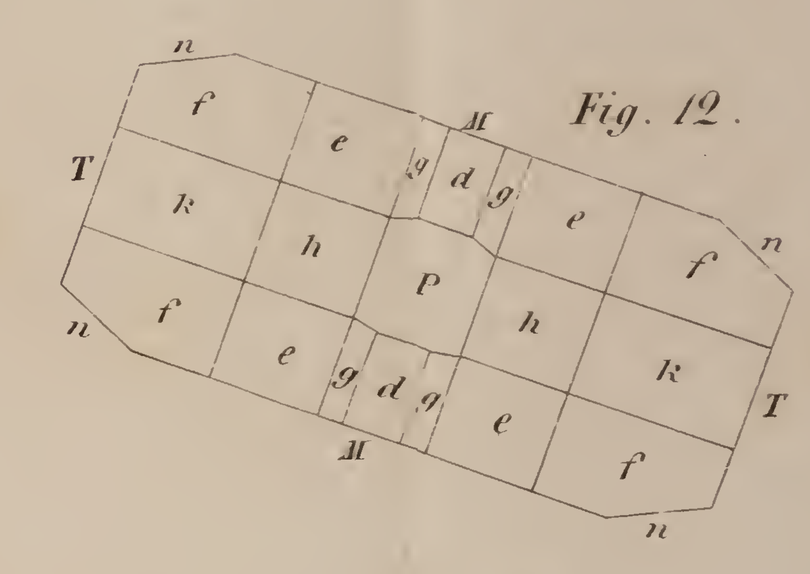


Fig. 12.

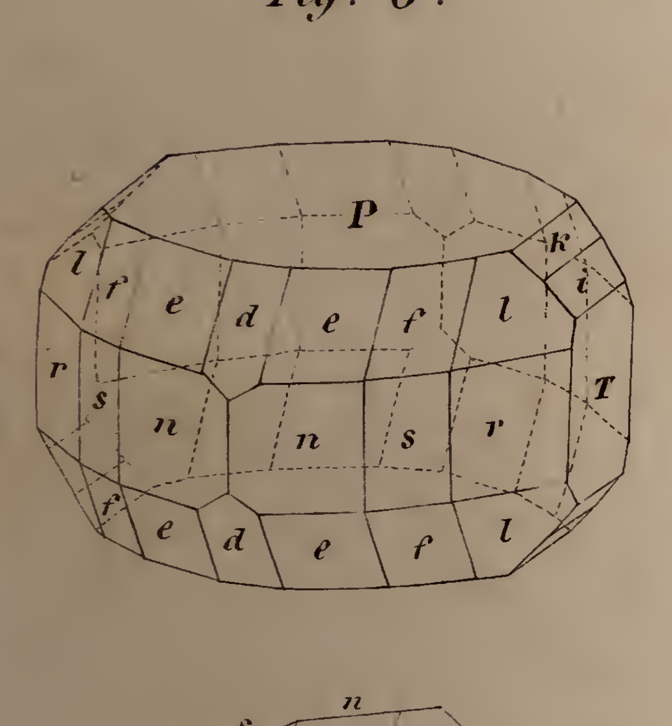


Fig. 6.

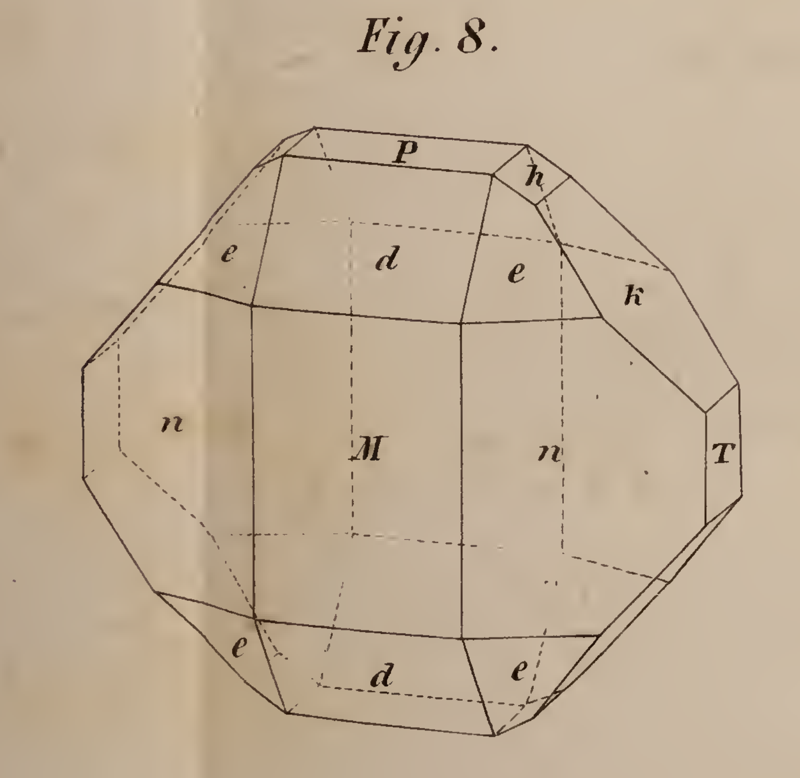


Fig. 8.

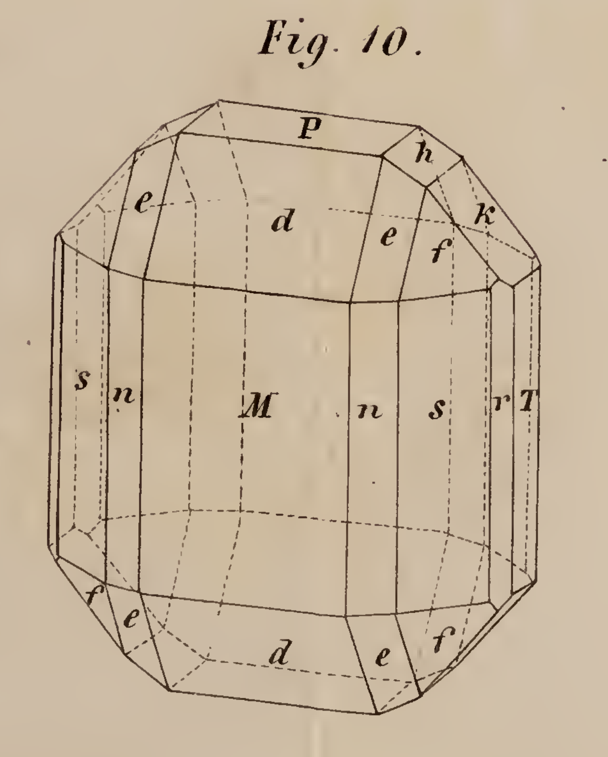


Fig. 10.

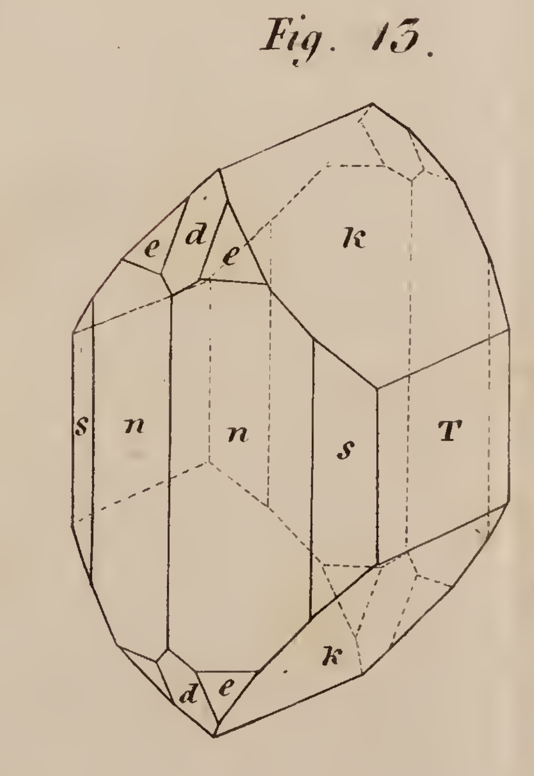


Fig. 13.

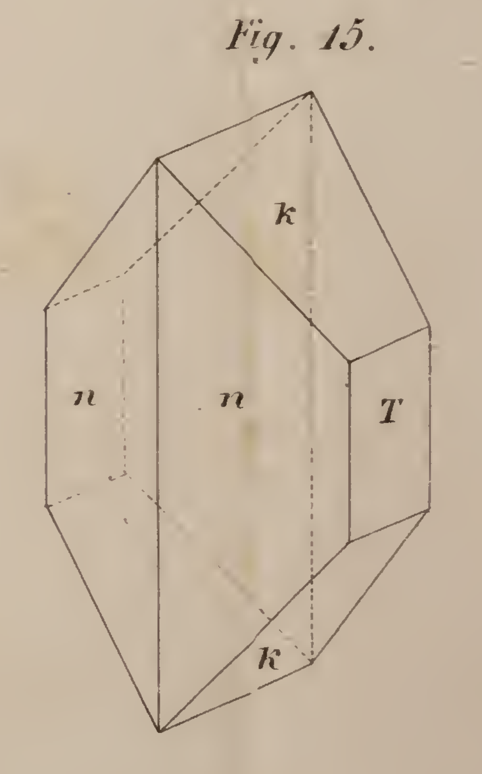


Fig. 15.

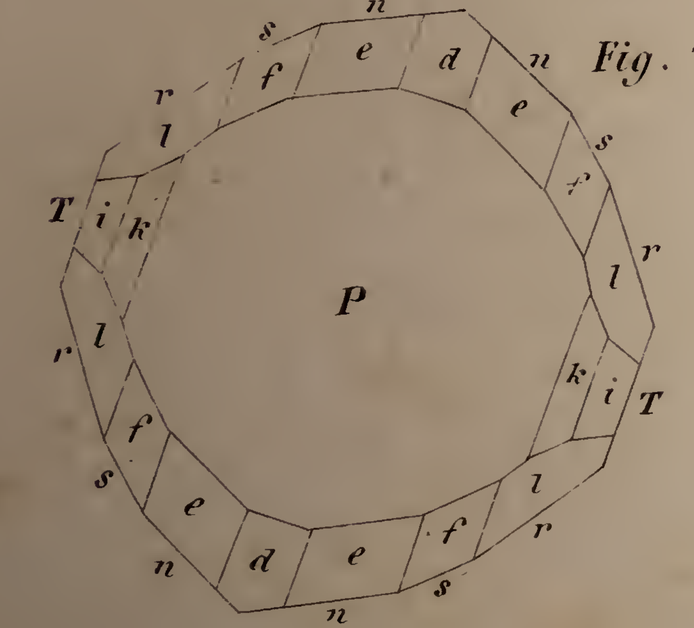


Fig. 7.

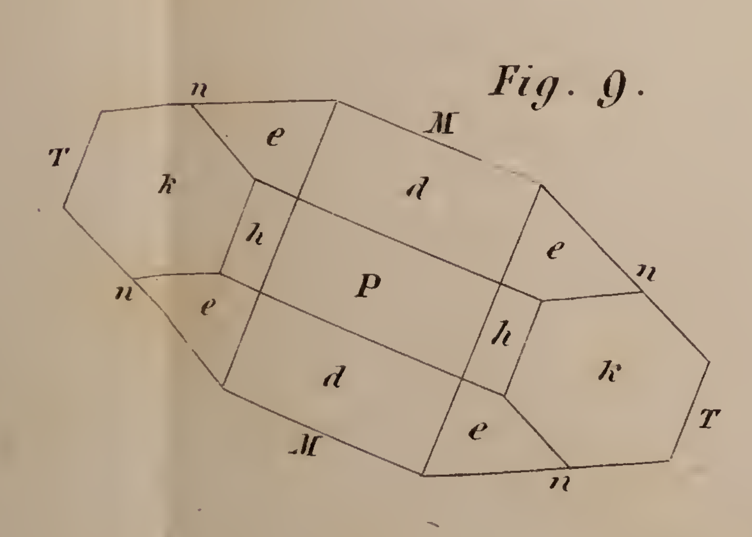


Fig. 9.

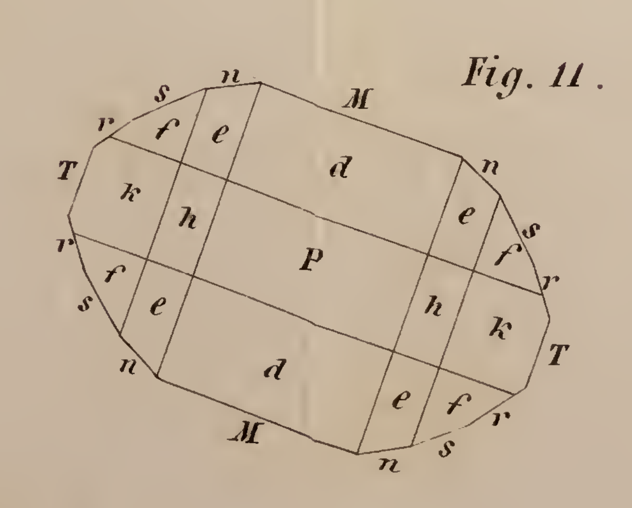


Fig. 11.

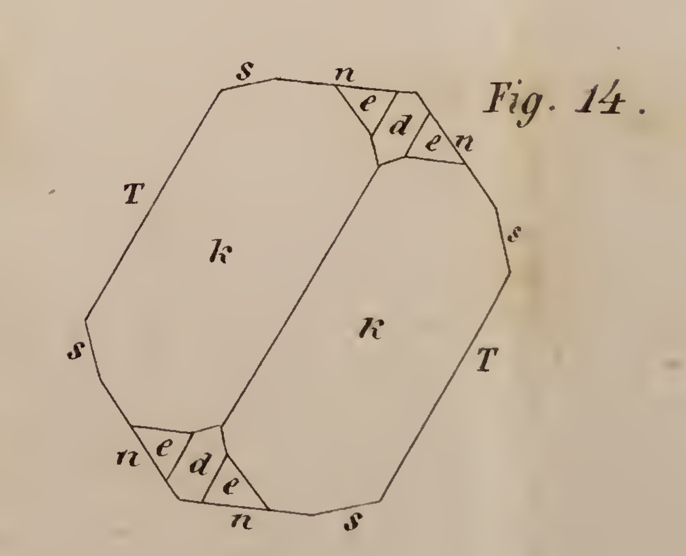


Fig. 14.

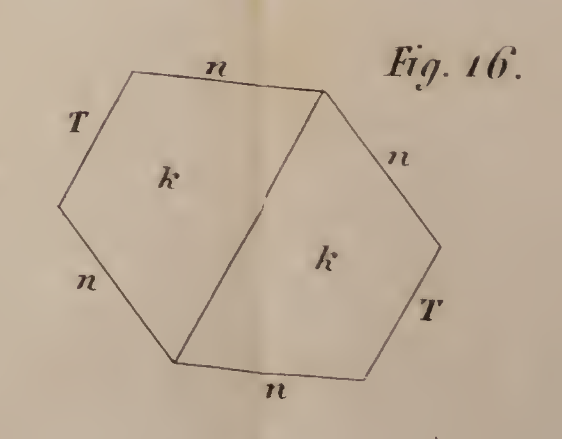


Fig. 16.

